

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

*Klinika rehabilitačního lékařství
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady*



Barbora Melničuková

***Vliv metodiky senzomotorické stimulace na posturální
stabilitu tanečníků street dance: nerandomizovaná
intervenční studie***

*The influence of the Sensory motor stimulation method on
postural stability of street dancers: a non-randomized
intervention study*

Bakalářská práce

Praha, září 2024

Autor práce: Barbora Melničuková

Studijní program: Fyzioterapie

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: Ing. Mgr. Gabriela Angelová, Ph.D.

Pracoviště vedoucího práce: Centrum zdraví s.r.o., Nádražní 762/32, 150 00

Praha 5

Předpokládaný termín obhajoby: září 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval/a samostatně a použil/a výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má závěrečná práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti závěrečných prací. Potvrzuji, že tištěná i elektronická verze ve Studijním informačním systému UK je totožná.

V Praze dne 29.7.2024

Barbora Melničuková

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala paní Ing. Mgr. Gabriele Angelové, Ph.D. za vedení této práce a její rady a věcné připomínky. Zároveň mé velké díky patří panu Mgr. Ivanu Novákovi a paní Mgr. Daniele Doubravové za jejich ochotu, pomoc a poskytnutí prostoru k provedení výzkumu. V neposlední řadě bych ráda také poděkovala své rodině a přátelům za jejich neutuchající podporu při kompletaci této práce.

ABSTRAKT

Cíl: Předmětem této práce je ověřit případný efekt čtyřtýdenního intervenčního programu za využití metodiky senzomotorické stimulace na posturální stabilitu tanečníků street dance.

Metodika: Tato nerandomizovaná intervenční studie byla provedena na 14 probandech, kteří byli rozděleni na kontrolní a experimentální skupinu. Experimentální skupina podstoupila čtyři týdny dlouhý program vytvořený na základě metodiky senzomotorické stimulace. Intervence byla provedena formou domácí autoterapie. Kontrolní skupina se intervenčního programu nezúčastnila. Posturální stabilita byla měřena na tlakové desce Footscan, kde byl konkrétně zaznamenáván parametr celkové délky trajektorie Centre of Pressure (TTW COP) v různých pozicích. Jednalo se o stoj na pravé a levé dolní končetině a úzký bipedální stoj, obojí s otevřenými a zavřenými očima. K dalšímu posouzení posturální stability byly použity klinické testy Triple Single Leg Hop Test, Single Leg Stance Test on Firm Surface a Jarockého test. Výsledky byly porovnávány mezi kontrolní a experimentální skupinou. Došlo také k porovnání probandů se zraněním dolní končetiny v anamnéze a probandů bez úrazu v rámci experimentální skupiny. Statistické hodnocení bylo provedeno pomocí t-testu a neparametrického Wilcoxonova testu. Hladina statistické významnosti byla určena jako $\alpha = 0,05$.

Výsledky: Statisticky významné hodnoty parametru TTW ($p < 0,05$) vyšly u experimentální skupiny ve stoji na pravé dolní končetině při otevřených i zavřených očích a ve stoji na levé dolní končetině při otevřených očích. U ostatních pozic výsledné hodnoty nebyly statisticky signifikantní. Z klinických testů se jako významné ukázaly hodnoty testu Single Leg Stance Test on Firm Surface pro obě dolní končetiny a testu Triple Single Leg Hop Test pro pravou dolní končetinu.

Závěr: Výsledky této studie ukazují, že tréninkový program založený na metodice senzomotorické stimulace může pozitivně ovlivnit posturální stabilitu tanečníků street dance a to primárně u posturálně náročnějších pozic jako je stoj na

jedné dolní končetině se zrakovou kontrolou i bez ní. Tyto výsledky je třeba ověřit na větším počtu probandů.

Klíčová slova: posturální stabilita, street dance, tanec, proprioceptivní cvičení, metodika senzomotorické stimulace

ABSTRACT

Objective: The main objective of this study is to verify the effectiveness of four-week intervention program based on the sensory motor stimulation method on postural stability of street dance dancers.

Methods: This non-randomized intervention study was conducted on 14 probands who were divided into a control and an experimental group. The experimental group underwent four-week long intervention program using the sensory motor stimulation method. The control group did not participate in the program. Postural stability was measured using the Footscan pressure plate, where total traveled way of COP (TTW of COP) was monitored in different positions such as single leg stance and narrow stance, both with eyes open and closed. To further assess postural stability, the clinical tests Triple Single Leg Hop Test, Single Leg Stance Test on Firm Surface and Jarocki test were used. Results of measures were compared between both groups. Comparison between probands with and without history of lower limb injury within the experimental group was made. Statistical processing and assesment of statistical significance between groups was performed using t-test and non-parametric Wilcoxon test. The level of statistical significance was determined as $\alpha = 0.05$.

Results: Statistically significant values of the TTW parametr ($p < 0,05$) were found in some of the positions in the experimental group. Specifically in right leg stance with eyes open and closed and in left leg stance with eyes open. In other positions there was no significant difference in the resulting values. In clinical tests, the values of the Single Leg Stance Test on Firm Surface for both lower limbs and the Triple Single Leg Hop Test for the right lower limb were significant.

Conclusion: The results of this study show that a training program based on the sensory motor stimulation method could have a positive effect on postural stability of street dancers, primarily in more challenging positions such as standing on one lower limb with and without visual control. These results need to be verified by research with a larger number of probands.

Keywords: postural stability, street dance, dance, proprioceptive training, sensory motor stimulation method

Obsah

Seznam zkratk	11
1 ÚVOD	12
2 TEORETICKÁ ČÁST	13
2.1 Současný stav bádání	13
2.2 Posturální stabilita	15
2.2.1 Mechanismy zajištění posturální stability	17
2.2.2 Postura a posturální stabilita v tanci	20
2.2.3 Metody vyšetření posturální stability	22
2.2.3.1 Klinické metody vyšetření posturální stability	22
2.2.3.2 Přístrojové metody vyšetření posturální stability	24
2.3 Propriocepce	25
2.3.1 Vztah propriocepce a posturální stability	27
2.4 Senzomotorická stimulace	27
2.5 Street dance	29
2.6 Zranění v tanci	30
3 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY	34
3.1 Cíle práce	34
3.2 Hypotézy	35
4 PRAKTICKÁ ČÁST	36
4.1 Sledovaný soubor	36
4.2 Design studie	36
4.2.1 Organizace studie	36
4.2.2 Vstupní a vylučující kritéria	36
4.2.3 Průběh měření a sběru dat	37
4.2.4. Analýza dat	41
4.3 Výsledky	42
4.3.1 Charakteristika zkoumaného souboru	42
4.3.2 Výsledky měření pomocí desky Footscan	42
4.3.2.1 Váhové rozložení při bipedálním stoji	42
4.3.2.2 Celková dráha COP vstoje	44
4.3.3 Klinické testy	51

5 DISKUZE.....	59
6 ZÁVĚR	63
REFERENČNÍ SEZNAM.....	64
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	72
SEZNAM PŘÍLOH.....	74

SEZNAM ZKRATEK

AS	area of support, opěrná plocha
BS	base of support, opěrná báze
CNS	centrální nervový systém
COG	centre of gravity
COM	centre of mass, těžiště
COP	centre of pressure
JT	Jarockého test
LDK	levá dolní končetina
LOO	stoj na levé dolní končetině s otevřenýma očima
LZO	stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima
PDK	pravá dolní končetině
POO	stoj na pravé dolní končetině s otevřenýma očima
PZO	stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima
SD	směrodatná odchylka
SLST	Single Leg Stance on Firm Surface
TSLHT	Triple Single Leg Hop Test
TTW	total traveled way, celková dráha COP
USOO	úzký stoj s otevřenýma očima
USZO	úzký stoj se zavřenýma očima

1 ÚVOD

Street dance neboli pouliční tanec je pojem zahrnující velké množství tanečních stylů vznikajících od 70. let minulého století ve Spojených státech amerických, který se neustále rozvíjí. Jedná se o tanec velmi komplexní a rozmanitý, s čímž také souvisí široká škála dovedností, které musí tanečník ovládat. Ať už se jedná například o pohyby žádající velkou svalovou sílu, dobrou koordinaci končetin či schopnost udržet rovnováhu. Ve spojitosti s náročností této disciplíny jsem se během 11 let dlouhé zkušenosti v taneční komunitě setkala s velkým množstvím zranění, a to zejména v oblasti dolní končetiny. Zároveň si uvědomuji důležitost posturální stability v této disciplíně. Spojení důležitosti kvalitní funkce posturální stability a četnosti zranění tanečníků dalo podnět k výběru tématu této bakalářské práce.

K výše zmíněným podnětům patří také fakt, že v soutěžní sezóně i mimo ni jsou tanečníci nuceni se po případném prodělaném poranění navrátit co nejrychleji do co nejlepší kondice. Velkou roli tedy hrají edukace ohledně co nejefektivnějšího návratu a prevence případných dalších zranění. K tomuto účelu jsem si vybrala metodu senzomotorické stimulace, u které očekávám vliv na stabilitu kloubů i celé postury a celkové držení těla. Tuto metodu jsem si vybrala i z důvodu poměrně velké všestrannosti a při dobré edukaci terapeutem i z důvodu snadné autoterapie, které dle mé zkušenosti velké množství tanečníků v mém okolí nevěnuje mnoho pozornosti. Jako poslední důvod výběru tématu zmíním svoji silnou náklonnost k tanci a pohybu jako takovému.

K rozvedení tématu jsem se zachytila spojitosti mezi řízením pohybu a polohy pomocí proprioceptorů a jejich výskytu v okolí kloubů, šlach a svalů. Při poškození kloubů a dalších tkání můžeme tedy zaznamenat i případnou poruchu stability.

Pomocí objektivizovaných testů a vyšetření pomocí desky Footscan se pokusím provést objektivní výzkum s názvem Vliv metodiky senzomotorické stimulace na posturální stabilitu tanečníků street dance.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Současný stav bádání

Pro vytvoření přehledu současného bádání k tématu „Vliv metodiky senzomotorické stimulace na posturální stabilitu street dance: intervenční nerandomizovaná studie“ jsme využili databázi Google Scholar a Pubmed. K vyhledávání jsme použili následující klíčová slova: postural stability, dancers, street dance, hipohop, injury, sensorimotor, balance, training. Je také nutno podotknout, že o tanci street dance, jakožto moderním a velmi pestrém taneční stylu zahrnující velkého množství „podstylů“, není provedeno velké množství výzkumů a není tedy dostatečně vědecky probádán. Z tohoto důvodu jsme se v rešerši zabývali propojením fenoménu posturální stability nejen u tanečnicků street dance, ale i u tanečnicků jiných stylů.

Dále jsme volili různé kombinace uvedených klíčových výrazů jako například „postural stability in dancers“, čímž jsme v databázi Pubmed vyhledali 77 článků a získali větší vzhled do problematiky posturální stability u tanečnicků, které se týkaly také například vlivu stability trupu na zranění či na stabilitu při různých specifických tanečních prvcích. Po vyřazení článků s nevhodným obsahem, netýkajících se přímo našeho bádání, nám zbylo 6 studií.

Jedna z nich popisuje rozdíly udržení posturální stability tanečnicků, lidmi netančícími a lidmi s postižením vestibulárního aparátu. Kontrolní studie zjistila u testování posturální stability při zhoršené aferentaci somatosenzorických informací tanečnicků větší posturální výkyvy. (Martin-Sanz et al., 2017) Skupina probandů s poruchou vestibulárního aparátu dosáhla podobných výsledků jako skupina tanečnicků, což může značit posun získávání informací ze zrakových vstupů na vstupy somatosenzorické. Další studie autorů Clark, Redding (2012) pozorující 85 tanečnicků se zaměřila na výzkum souvislosti posturální stability a zranění dolní končetiny. U probandů s poraněním dolní končetiny v anamnéze v posledních 12 měsících byly zaznamenány statisticky významné výchylky v rámci posturální stability. Třetí studie rozděluje 90 účastníků na tři skupiny, a to konkrétně na tanečnicků amatérské, profesionální a probandy netančící. Posturální stabilita byla komplexně hodnocena jak klinickými, tak přístrojovými testy. Výsledek ukazuje

lepší posturální kontrolu u tanečnicků věnující se tanci na profesionální úrovni. Zároveň autoři doporučují cvičení ke zlepšení propriocepce pro prevenci zranění dolní končetiny. (Rein et al., 2011) Další 3 studie zahrnují do svého výzkumu roli propriocepce, kdy autoři Leanderson et al. (1996) například zdůrazňují důležitost a roli rehabilitace na senzomotorickém podkladě pro rychlejší rekonvalescenci po úrazu dolní končetiny.

Další hledanou kombinací klíčových slov byla „injury street dance,“ která však nevedla žádný výsledek týkající se našeho tématu. Vyhledávání tedy bylo upraveno na „injury hip-hop,“ která uvedla 10 výsledků, z nichž 3 se blíže týkaly našeho zvoleného tématu. U všech 3 studií se jedná o systematické přehledy napříč dostupnou literaturou či dalšími dříve provedenými výzkumy. První studie retrospektivního charakteru byla vedena formou dotazníků, kdy byly zaznamenány odpovědi od 146 tanečnicků. (Tjukov et al, 2020) Otázky se týkaly oblasti, četnosti či mechanismu zranění. Studie zahrnovala tanečnický různých stylů street dance, například stylu hip-hop, locking či breaking. Výsledky dotazníku například ukázaly všeobecně větší četnost zranění, konkrétně v 60 % případů napříč styly, na dolní končetině. Výjimku mohou tvořit tanečníci stylu breaking, kteří uvádí největší četnost zranění na končetině horní (43 %). (Tjukov et al, 2020) Druhá studie je vedena jako přehled literatury. Ve studii došlo k zjištění vyššího procentuální četnosti zranění u tanečnicku stylu hip-hop oproti tanečnickům moderního tance. V 71 % případů se jednalo o zranění z přetížení. (Uršej, Zaletel, 2020) Třetí výzkum autorů Henn et al., (2020) se primárně věnoval zranění bederní páteře a obecně bolesti v této oblasti.

Pro získání dalších informací ohledně konkrétnější terapie jsme zvolili kombinaci hesel „balance training dancers,“ na základě něhož jsme získali v databázi Pubmed 187 výsledků. Po vyfiltrování článků dle stáří jsme získali 77 článků mladších 5 let, přičemž 3 z nich se nejbližší zaměřují na námi sledovanou problematiku.

Jednalo se o jednu randomizovanou studii, kde Steinberg et al. (2019) se na 42 probandech zabývali efektem tréninku na balanční desce na chronickou nestabilitu hlezna a distorzi hlezenního kloubu v anamnéze. Obě náhodně rozdělené

skupiny podstoupily terapeutický program na balanční desce každý den po dobu 1 minuty. Jedna skupina tento program plnila 3 týdny, druhá 6 týdnů. Jedinci s distorzí hlezna dosáhli rychlejšího zlepšení. Druhá kontrolní studie autorů Steinberg et al. (2019) se zabývala tanečnicí s patellofemorálními bolestmi. 98 jedinců bylo rozděleno do tří skupin dle stanoveného rehabilitačního programu. Jednalo se o jednu skupinu s izometrickým tréninkem, jednu skupinu s tréninkem somatosenzorickým a skupinu kontrolní, která nepodstoupila cvičení zaměřené na dolní končetinu. Tato intervence trvala 12 týdnů, kdy probandi cvičili každý den 15 minut. Po proběhlé intervenci došlo u obou prvních skupin k značnému zlepšení v oblasti bolestivosti, kvalita propriocepce či posturální stability, kdy u skupiny se zaměřením na senzomotorické cvičení proběhlo v rámci posturální stability největší zlepšení. Třetí studie autorů Kalaycioglu et al. (2018) se zaměřila na stabilizační cvičení trupu, kdy mimo změn v dalších parametrech během 8 týdnů intervence došlo ke statisticky významné změně dynamické stability.

2.2 Posturální stabilita

Pro správné pochopení tohoto pojmu je zprvu nutné definovat související výraz **postura**. Tu můžeme chápat jako aktivní držení tělesných segmentů proti působení sil zevního prostředí. (Vařeka 2002a; Kolář, 2020) Tento stav je umožněn vnitřními silami, ke kterým patří především síla pocházející ze svalového systému a jeho aktivity řízené prostřednictvím CNS. Ten se neustále snaží o udržení žádané konfigurace jednotlivých segmentů. (Véle, 2006) Postura je v podstatě základem každého pohybu těla, a to v jakékoliv pozici. Nabízí mechanickou oporu pro zrealizování pohybu. (Kim et al., 2013)

Posturální stabilitu tedy můžeme popsat jako určitý děj udržující tělo jakožto celek v nezměněné poloze. Je to schopnost našeho těla se neustále přizpůsobovat okolním i vnitřním podmínkám s cílem zamezit nechtěným nestabilním pozicím a tím předejít případnému pádu. (Kolář, 2020) To tedy znamená snahu o stabilizaci jak za statických, tak dynamických podmínek. (Kim et al., 2013) Postura se ale neustále nepatrně mění, a to nejen na základě dynamického udržování, ale i například během dýchání. Větší zakolísání označujeme za titubace, které poukazují na zhoršenou stabilizační funkci těla ve vertikále. (Véle, 2006) Udržení postury je

součástí každého motorického programu. (Vařeka, 2002a) Spontánně je udržována určitým programem, zatímco napřímení jako takové je procesem záměrně korigovaným. (Véle, 2006)

Faktory ovlivňující posturální stabilitu

Véle (1995) rozlišuje dvě skupiny faktorů ovlivňující posturální stabilitu, a to konkrétně **faktory fyzikální a neurofyziologické**. Jako faktory fyzikální můžeme uvést hmotnost a polohu těžiště, kontaktní plochu nebo postavení pohybových segmentů. K procesům neurofyziologickým můžeme přiřadit například procesy zpětné vazby fungující díky exteroceptorům a propioceptorům nebo procesy související s psychickým rozpoložením a nastavením vnitřního prostředí.

Kolář (2020) popisuje **faktory biomechanické a neurofyziologické**. K faktorům biomechanickým můžeme přiřadit pojmy:

- **Opěrná plocha** (v angličtině Area of Support, dále **AS**)

Tento faktor lze popsat jako část podložky, která je v přímém kontaktu s plochou nohy. Vařeka (2002a) udává, že ne vždy v reálném světě nastává situace, kdy je kontakt přímý. Popisuje tedy opěrnou plochu jako pouhou součást kontaktní plochy, jež je využívána v daný moment k tvorbě opěrné báze.

- **Opěrná báze** (Base of Support, dále **BS**)

Ta je určena jako plocha mezi nejvzdálenějšími body této plochy. To znamená, že opěrná báze bývá zpravidla větší než opěrná plocha.

Vzhled BS a AS je dán anatomii našeho těla, svalovou aktivitou a s tím související aktivitou CNS. (Véle, 2006)

K faktorům neurofyziologickým dle Koláře (2020) patří sensorická integrace vjemů vznikajících na základě zrakových, propioceptivních, vestibulárních podnětů či informací z kůže.

Dále je nutno definovat pojmy **těžiště** (**Centre of Mass**, dále **COM**), **Centre of Gravity** (dále **COG**) a **Centre of Pressure** (dále **COP**).

- **COM** značí v podstatě imaginární bod, v němž je nakumulována hmotnost organismu.

- **COG** tvoří průmět těžiště organismu do opěrné báze.
- **COP** definuje Véle (2006) jako působíště vektoru reakční síly podložky. Jeho hodnotu lze získat jako průměr tlaků získaných měřením senzory na opěrné ploše.

Posturální stabilizace

Tento termín můžeme chápat jako neustálou snahu svalového systému těla o udržení tělních segmentů v určité poloze při působení vnějších sil. Díky tomuto držení, zprostředkovávající pevnost segmentů, má naše tělo možnost lokomoce a vzpřímeného držení jako takového. (Kolář, 2020) Tuto funkci můžeme popsat i termínem balance. (Bizovská et al., 2017)

Posturální reaktibilita

Tento termín je využíván obzvláště v české literatuře. (Bizovská et al., 2017) Během každého pohybu je tvořena systémem určitá svalová síla, která je nezbytně nutná pro překonání odporu z vnějšího prostředí. Na jejím základě poté vzniká další reakční síla v celém organismu. Posturální reaktivitu můžeme popsat jako reakční stabilizační funkci, jež tedy vzniká s cílem zpevnění jednotlivých segmentů. (Bizovská et al., 2017) Tuhost a pevnost těchto segmentů je zajištěna agonistickými, antagonistickými a dalšími svalovými skupinami. V souvislosti s aktivitou dané svalové skupiny se dále tato aktivita šíří do okolních skupin (souvisejících s úpony daných svalů) a tím se stabilizační aktivita posouvá v systému dál. Můžeme hovořit o takzvaném „řetězení.“ (Kolář, 2020)

2.2.1 Mechanismy zajištění posturální stability

K udržování rovnováhy si lidský mozek musí neustále tvořit určité vnitřní obrazy okolního prostoru, a to jak z důvodu nutné orientace v tomto prostoru, tak z důvodu udržování stability. Pro vznik těchto vjemů je nutná spolupráce vícero sensorických systémů, a to konkrétně somatosenzorického systému (konkrétně zejména proprioceptorů), zraku a vestibulárního systému. (Martinkovič, 2020) Mimo to se také nesmí opomenout vliv exteroceptorů. (Vařeka, 2002b) Nasbírané informace jsou následně zpracovány nervovým systémem. Tyto informace můžeme definovat jako zpracované sensorické podněty s určitým významem pro systém.

Díky výměně těchto informací je možné zajistit stabilizaci segmentů. (Véle, 2006) Do procesu je nutné zapojení limbického systému a oblasti frontální kůry pro zajištění procesu učení a s tím související paměti. (Bizovská et al., 2017)

Stabilizaci polohy z pohledu centrální nervové soustavy je možné tedy popsat jako organizaci jednotlivých segmentů v podélné ose těla takovým způsobem, aby vzdálenost paty stojné nohy k vrcholu hlavy byla co největší. (Véle, 2006)

Senzorická složka řízení

Jedním z udržovacích mechanismů řízení postury je **vestibulární systém**. Díky existenci tohoto aparátu je naše tělo schopno detekovat změnu polohy ve vztahu ke gravitačnímu poli a na nový stav také reagovat. (Martinkovič, 2020) Podílí se na regulaci svalového napětí, přičemž je přes polohu hlavy nastavován zejména tonus extenzorů trupu a končetin, jakožto antigravitačních svalů. Tímto mechanismem je tělo schopné zajistit vzpřímený stoj a dále chůzi či souhyb očí a hlavy.

Porucha tohoto ústrojí se může prezentovat jako vertigo. Může docházet také k poruchám stability, stoje, nystagmu a také s tím vším spojených tonických odchylek. (Dougherty et al., 2023)

Dalším smyslem podílejícím se na stabilizaci polohy těla je **zrak**. Informuje o vnějším prostředí a tím přispívá k funkci posturální stability (Véle, 2006), konkrétně pomocí receptorů nacházejících se v sítnici oka, které dále předávají informace ohledně polohy hlavy (Bizovská et al., 2017) Tento smysl hraje důležitou roli především při předvídání změn v závislosti působení sil vnějšího prostředí. Získané informace jsou následně zpracovány v CNS a porovnávány se získanými vjemy z proprioceptorů a vestibulárního aparátu. Při srovnání s vestibulárním systémem má zrak při registraci změn v prostoru nižší práh dráždivosti. (Bizovská et al., 2017) Po vyřazení zraku, tedy zavření očí, se mozek spoléhá pouze na senzorické informace z těchto dvou zdrojů. (Wu, Lee, 2015) Wu a Lee ve studii z roku 2015 popisují ve stoji značné dlouhé výchylky těla v COP těla při zavření jednoho oka či obou očí. Ve studii Albersten et al. (2017) udávají, že manipulace se zrakovou aferentací měla menší dopad na stabilitu než manipulace s opěrnou bází.

Existuje představa, že tanečníci baletu se tréninkem spoléhají z hlediska stability méně na zrakové informace a více na somatosenzorické vjemy pocházející z oblasti dolních končetin, a to konkrétně z kolenního a hlezenního kloubu a plosky nohy. (Golomer, Dupui, 2009) Toto zjištění je založeno na objevu, že baletní tanečníci se vyznačují lepší posturální stabilitou při zavřených očích než lidé netančící. (Golomer et al., 1999)

Nedílnou součástí analýzy prostředí je také **propriocepce**. Několik různých studií uvádí souvislost mezi svalovou únavou zpracování propriocepce. Při svalové únavě dochází ke změnám v celém proprioceptivním systému a zároveň se také mění schopnost generovat svalovou sílu. (Vuillermé, Pinsault, Vaillant, 2005) Podrobněji se tomuto tématu budeme věnovat v kapitole 2.3.

Do sensorické části udržování stability můžeme zahrnout i sluchový aparát, je ale považován v této roli za orgán podřadný a jeho funkce je důležitá například při podmíněném pohybovém učení různých aktivit. (Gryc, 2014)

Řídící a výkonná složka řízení

Mimo tyto mechanismy na základě sensorické kontroly je nutné zmínit existenci automatických motorických procesů, které navazují na výše zmíněné sensorické procesy. Ty představují určitou výkonnou složku řízení stability a umožňují vznik svalových synergií důležitých pro provedení potřebného pohybu. Dle některých autorů můžeme kosterní svaly postavit na pomezí složky řídicí a výkonné. (Vařeka a Vařeková, 2009)

Nervový systém může představovat řídicí složku řízení posturální stability. Informace z aferentace jsou porovnávány s informacemi u kortexu a cerebella. (Véle, 2006) V rámci anticipace je zásadní role CNS ve vyhodnocování vjemů a následně úpravě a přizpůsobení konkrétních reakcí postury. (Bizovská et al., 2017)

Véle (1995) také mluví o vztahu mezi posturou a psychickým naladěním jedince. Příkladem mohou být depresivní stavy, kdy převažuje držení flekční těla.

Všeobecně je tedy důležité zdůraznit, že udržování posturální stability je velmi komplexním procesem, při kterém se každá ze zajišťujících složek navzájem

ovlivňuje. Při snížení kvality aferentace somatosenzorických vstupů, například při stožení na molitanové podložce místo podložky pevné, máme díky zraku schopnost tuto destabilizaci ustát. (Vuillerme, Pinsault, Vaillant, 2005) Jako další příklad propojení funkce můžeme uvést poruchy vestibulárního systému, při které se pacienti více spoléhají na zrakovou složku udržování stability. (Winter, 1995)

Strategie využívané při zajištění posturální stability

Zajištění stability můžeme rozlišit na statické a dynamické. Strategii statickou tvoří v podstatě určité balanční mechanismy, s nimiž se naše tělo snaží udržet stabilitu při nezměněné poloze. Podílí se na ní systém stabilizačních pilířů, které Véle (1995) popisuje celkem tři. Ty utvoří naši páteř ve stabilní celek. Na základě této strategie může náš řídicí systém zvolit mechanismus **hlezení** (kotníková) či **kyčelní**. Pro úplnost můžeme uvést také třetí strategii, takzvanou krokovou. (Winter, 1995) Jednotlivé principy se liší aktivací svalů trupu a nohy. (Bizovská, et al., 2017)

Strategie kotníková je ve stožení předněji využívána v předozadním směru, zatímco strategie kyčelní v laterolaterálním směru, která přejala své jméno dle velmi aktivních svalů kyčle při pohybu ze strany na stranu. Kotníková strategie je vhodná k udržování rovnováhy při kolísání mírné povahy a při stožení na pevné podložce. Kyčelní strategii spíše využijeme při rychlé změně těžiště nebo na podložce s úzkou bází. (Horak, 2006) Obecně je také volnost kloubů v tomto směru menší, a tak je tedy stabilita v tomto směru větší. Opak tvoří směr předozadní, kdy se klouby nohy vyznačují větší volností a svaly menší silou. Pro využití dynamické strategie je nutná změna „area of contact“ (AC). (Vařeka, 2002a)

2.2.2 Postura a posturální stabilita v tanci

Držení těla tanečnicků se napříč různými tanečními styly velmi liší. Tanečníci musí zdokonalení specifické postury trénovat i několik let. Tento dlouhodobě trénovaný návyk poté může ovlivnit mimo jiné i anatomické postavení páteře. Ať už se jedná o celkový tvar zakřivení páteře nebo změně jednotlivých úseků páteře. Příkladem může být popsání menší S-zakřivení páteře s menší bederní lordózou u tanečnicků společenského tance v porovnání s dalšími sportovci. (Kruusamäe et al., 2015)

Popsat také můžeme změny v jednotlivých segmentech těla, kromě úhlů zakřivení páteře také rotaci trupu, postavení ramen či celkově jiné poloze těžiště. (Wanke et al., 2023) Rozdíl také nastává v porovnání postury nejen v jednotlivých stylech společenských tanců, jako je latinskoamerický tanec či standard, ale také v rámci pohlaví. Každý z partnerů má v párových tancích jinou úlohu a liší se i tak zatížení jednotlivých tělních segmentů. Dochází tím také tak k jednostrannému přetěžování a na základě toho také zkrácení různých svalových skupin. Například u tanečnicků latinskoamerického tance můžeme popsat větší sílu svalových skupin na pravé straně těla. Pro zajištění extrémních poloh a dobré pohyblivosti je dobře funkční svalstvo naprosto nepostradatelné. Zároveň dochází i k většímu zatížení až přetížení těchto svalových segmentů. (Wanke et al., 2018)

Existuje úvaha, že tanečníci mají lepší schopnost posturální stability než lidé netančící. S tím souvisí také větší schopnost představy o poloze vlastního těla v prostoru. (Ramsay a Riddoch, 2001)

Dle některých představ se baletní tanečníci také prokazují větší schopností udržet rovnováhu i při odstranění zrakové kontroly a obecně se tedy při udržování posturální stability spoléhají více na aferentaci z dolních končetin. (Golomer et al., 1999) Tento objev lze podpořit nálezem, že při ztrátě posturální kontroly se zvyšuje riziko zranění, konkrétně distorze hlezna. Při snížení kvality nebo znemožnění získání výše zmíněných somatosenzorických aferentních vstupů se posturální stabilita tanečnicků zhoršuje a způsobuje větší výchyly v rámci klidného stoje. Jsou tak nuceni se maximálně spoléhat na aferentní vstupy z vestibulárního a zrakového aparátu. (Simmons, 2005)

Lidé s kompenzovanou vestibulární poruchou vykazují v tomto smyslu podobné výsledky. Tanečníci i pacienti kompenzující poruchu vestibulárního aparátu spoléhají ve své balanční strategii primárně na somatosenzorické vstupy oproti vstupům vizuálním. (Martin-Sanz et al., 2017) Dle Simmonse (2005) nedochází při klidném stoji mezi kontrolní skupinou netančících a tanečnicků k tak významným rozdílům. Až při složitějších úkolech náročnější na stabilitu, jako je vyřazení zrakové kontroly, vykazují tanečníci lepší výsledky než běžná netančící populace. Existuje však také opačný názor, že tyto natrénované schopnosti se

neuplatňují pouze při hrozbě ztráty rovnováhy, ale všeobecně přispívají k co nejkvalitnější posturální kontrole. (Martin-Sanz et al., 2017)

Jakákoliv forma tréninku, a trénink tance není výjimkou, má významný efekt na strukturu mozkové tkáně. Například šedá hmota vestibulocerebella, části mozečku zpracovávající podněty z vestibulárního systému, tanečnicků baletu je oproti běžné populaci značně redukována. Tento fakt může ovlivňovat zpracovávání signálů pocházející z vestibulárního systému, přičemž reflexní odpověď mozku a následné vnímání situace je odlišné. Dochází tedy k inkongruenci mezi percepcí a reflexní reakcí. Můžeme si tím vysvětlit utlumenou reakci baletních tanečnicků na vertigo způsobenou intenzivní stimulací vestibulárního systému, kterou tanečníci dlouhodobým tréninkem neustále podporují. (Nigmatullina et al., 2015)

2.2.3 Metody vyšetření posturální stability

Hodnocení posturální stability můžeme hodnotit klinickými metodami, tedy například funkčním testováním, nebo metodami přístrojovými. Vyšetření posturální stability je významné jak z diagnostického, tak terapeutického hlediska. Hlavní úlohou vyšetření je identifikovat případnou dysfunkci a následně určit podstatu tohoto vzniklého problému. (Horak a Mancini, 2010)

2.2.3.1 Klinické metody vyšetření posturální stability

Funkční testy

Vyšetření za využití funkčních testů je jedna z nejzákladnějších a nejpoužívanějších strategií v hodnocení stability v praxi. Tyto testy spočívají v provedení přesně určených úkonů, které jsou hodnoceny na základě kvality provedení pomocí validované stupnice nebo na základě rychlosti provedení. Lze těmito testy poměrně rychle a efektivně pozorovat potenciální změny zapříčiněné terapeutickou intervencí. Představují levné a rychlé testování, na jehož základě můžeme určit i například riziko pádu. Negativními aspekty tohoto způsobu testování je nedostatečná citlivost na malé změny, a i přes přesný popis úkonu a tabulkového hodnocení je provedení velmi subjektivní a zároveň není možné se za jejich použití zaměřit na jeden specifický parametr nebo přesně diagnostikovat problém stojící za problémy s posturální stabilitou. (Horak a Mancini, 2010)

Příkladem funkčních testů může být **Timed Up and Go Test**. Tento test představuje jeden z nejrychlejších a nejspolehlivějších testů. Je využíván k testování mobility a stability, tento test je tedy hojně používán také z důvodu predikce rizika pádů. (Horak a Mancini, 2010) Mimo jiné sem můžeme zařadit také test **One-Leg Stance**. Tento test zaznamenává schopnost výdrže vyšetřovaného ve stoji na jedné dolní končetině. Horní končetiny má vyšetřovaný uloženy na hrudi nebo je má v bok. (Bizovská et al., 2017)

Škály a testové baterie

Škály představují soubory jednotlivých úloh, které propojují různé funkční testy. (Bizovská et al., 2017) Příkladem tohoto komplexnějšího způsobu testování je **Dynamic Gait Index (DGI)**, který hodnotí schopnost testovaného jedince modifikovat svou chůzi v závislosti na změnách během chůze. Tento test umožňuje srovnání skupin s různými poruchami rovnováhy. (Evkaya et al., 2020)

K nejkompaktnějšímu klinickému testování můžeme použít **testové baterie**. Systémové testování nám může na rozdíl od funkčního testování pomoci s odhalením příčiny deficitu. Posturální kontrola jako taková totiž tvoří velmi komplexní mechanismus, přičemž je tato kontrola výsledkem navzájem se ovlivňujících systémů. (Horak, Wrisley, Frank, 2009) Funkční testy hrají významnou roli při predikci pádů, zejména u starší populace. (Mancini a Horak, 2010)

V této době hojně využívanou testovou baterií je **The Balance Evaluation Systems Test (BESTest)**. Jeho hodnocení je rozděleno do šesti skupin, zabývajících se od senzorní integrace přes biomechanické omezení až po stabilitu při chůzi. Kombinuje také již existujících využívaných testů, jako je **Berg Balance Scale** (Bergova škála rovnováhy) nebo **Function Reach Test** (funkční test rozsahu). Díky 27 různým úlohám dokážeme klinicky rozlišit konkrétní základní systémy a jejich případné postižení a tím pomoci nasměrovat rehabilitaci osob s poruchou rovnováhy co nejspecifičtější. (Horak, Wrisley, Frank, 2009) Nevýhodou této rozsáhlé testové baterie je délka jejího provedení, a tak byla na základě odstranění nedostatečně citlivých úloh zkrácena na 10minutovou verzi, takzvanou **mini-BESTest**. (Franchignoni et al., 2010) Hojně využívaným systémem je také

The Balance Error Scoring System (BESS). Ten se skládá z testování bipedálního stoje, stoje na jedné dolní končetině a ze stoje tandemového, kdy nedominantní končetina stojí za končetinou dominantní. V testování se využívá pevná i měkká podložka a vyřazení zrakové kontroly. Důležitá je identifikace chyb, mezi které patří například otevření očí, nadzdvihnutí chodidla nebo zavravorání. (Bell et al., 2011)

2.2.3.2 Přístrojové metody vyšetření posturální stability

Jedná se objektivizaci popisu postury a její kontroly. Zastřešující pojem pro tento druh měření je posturografie. Výsledky tedy získáváme hodnocení pomocí kvantitativních měřítek, a to jak za podmínek statických, tak i dynamických. Hodnocení klinickým okem tedy nelze na základě jeho kvalitativního charakteru považovat za posturografickou metodu. I přes významnou zkušenost testujícího je schopnost určení způsobu patologie limitována. Další výhodou tvoří možnost provedení náhlých změn podmínek působící na posturu. Posturografie se dále běžně dělí na statickou a dynamickou. (Bloem, Visser, Allum, 2003)

Statická posturografie

Při statické posturografii je cílem změřit, a tedy kvantifikovat, posturální vychýlení, zatímco testovaný stojí co nejkliidněji. V pravém slova smyslu se tedy z důvodu velkého množství vnějších vlivů vyloženě o statické měření nejedná. Nejčastěji jsou informace získávány pomocí tlakových a silových desek, konkrétně změny tlaku chodidla na desku. (Mancini a Horak, 2010)

U silových plošin senzory zaznamenávají reakční síly působící od podložky neboli ground reaction force (GRF), z kterých můžeme následně získat konkrétní složky, jako je například trajektorie COP. Tlakové plošiny využíváme k naměření tlaku při kontaktu plošky nohy s deskou za pomoci různých senzorů. Mimo toto tlakové rozložení získáme také informace ohledně trajektorie COP a GRF. (Bizovská et al., 2017). V optimálním případě je kontrola postury v klidném stoji charakterizována malými oscilacemi COP. (Pizzigalli et al., 2016)

K naměření výchylek je možné využít také akcelerometry či gyroskopy umístěné na hlavě nebo trupu. (Mancini a Horak, 2010)

Dynamická posturografie

V dynamické posturografii je běžné využití krátkých perturbací neboli rapidních změn vyvolávající uměle navozené narušení rovnováhy. Příkladem této strategie je často využívaná pohyblivá deska, na které testovaný stojí. Podněty jsou často voleny rychlé a krátké, a to z důvodu zkoumání posturálních reakcí. Podněty pomalejší se využívají ke zkoumání schopnosti adaptace a předvídání. (Visser et al., 2008) Delší trvání posturální reakce můžeme pozorovat u osob s poruchami proprioceptivních drah, obzvláště týkajících se míchy či velkých sensorických nervů. (Mancini a Horak, 2010) Desku je možno ovládat do různých směrů, mohou být tak provedeny horizontální, vertikální posuny nebo jejich kombinace. (Pizzigalli et al., 2016)

Další variantou je změna vizuálních podnětů. Inovativním příkladem může být systém Sensory Organization Test (SOT), jehož úkolem je vyhodnocovat vliv smyslů na posturální kontrolu. Vizuální podněty i podložka se dokáže přizpůsobit výchytkám těla a naklánět se společně s ním, a tak má subjekt pocit, že on sám žádné změny nezažívá. Jeho mozek musí být schopen více „spoléhat“ na jiné sensorické vstupy. Například při zavřených očích nebo při sledování výše zmíněného synchronizovaného vizuálního okolí musí testovaný spoléhat více na vstupy z vestibulárního aparátu. Osoby s jeho oboustrannou poruchou tedy v tomto prostředí nedokáží stát.

Je také možné měření provádět pomocí snímačů, které nosí testovaný na těle. Nosit je může jak při klinickém testování, tak při každodenních činnostech. Příkladem může být akcelerometrický systém zabudovaný v bederním pásu pro analýzu chůze. (Mancini a Horak, 2010)

2.3 Propriocepce

Propriocepci lze definovat jako schopnost jedince získat a vyhodnotit smyslové signály z mechanoreceptorů a tím tak určit polohu segmentů těla a jejich pohybu v prostoru. Je určena nejen fyziologickými faktory, ale i psychologickými. Každý člověk má jiné proprioceptivní schopnosti. (Han et al., 2016) Proprioceptivní vnímání je nezbytné k získání informací týkajícího se jak vnitřního, tak vnějšího prostředí a na základě toho se je pak organismus schopný se novým podmínkám

přizpůsobit. (Riemann a Lephart, 2002) Napomáhá tedy procesu stabilizace. (Véle, 2006) Dle Véleho k vnitřním faktorům ovlivňující aferentaci z chodidla patří například směr osy těla oproti gravitaci, tvar klenby nožní nebo působiště COP. Jako faktory vnější můžeme označit kupříkladu vlastnosti obuvi a podložky.

Za hlavní snímače propioceptivních informací jsou považovány svalová vřeténka, k nim se však přidává řada dalších různých mechanoreceptorů. (Han et al., 2016) Vřeténka můžeme rozdělit na fázičká a tonická, obecně se jedná o svazek specificky upravených kontraktálních svalových vláken. (Véle, 2006)

Pro skoky, dopady nebo balancování, tedy pro pohybové aktivity důležité pro tanečnický a další sportovce, hraje stěžejní roli propiocepce kotníku. Han et al. (2014) uvádí hypotézu, že dobrá propiocepce kotníku znamená dobrý sportovní výkon. Trénovaní sportovci by tedy měli vykazovat opravdu dobré propioceptivní schopnosti a na základě svého zaměření napříč sportovními aktivitami by se propioceptivní schopnosti měly odlišovat. Li et al. (2009) ve své studii porovnávali tři rozdílné skupiny sportovců. Baletní tanečnický, hokejisty a běžce. Čtvrtou skupinu tvořila skupina kontrolní. Hokejisté a baletní tanečnický prokázali lepší schopnost propiocepce nohy a kotníku. To může vést k lepšímu udržení rovnováhy. Tvrdí se, že oproti začínajícím sportovcům sportovci vrcholový používají smyslovou kontrolu pro úspěšné provedení pohybu poměrně zřídka. Využívají menší mozkovou kapacitu na zpracování propioceptivních informací. Svou vědomou pozornost věnují například při fotbalovém zápase rozmístění spoluhráčů a protivníka. (Han et al., 2014).

Existují však i názory, že propioceptivním tréninkem nelze zlepšit propioceptivní schopnosti. (Ashton-Miller et al., 2001) Trénink by měl stimulovat propioceptivní systém a zároveň produkovat motorickou odpověď a stabilizovat klouby. (Martínez-Amat et al., 2013) Ashton-Miller et al. (2001) ve své studii připouští, že tréninkem pravděpodobně dojde k lepšímu výkonu kotníku, konkrétně jeho síly, koordinace a případně výdrže. Kladou si však otázku, do jaké míry a zda vůbec je za toto zlepšení zodpovědná lepší schopnost propiocepce.

2.3.1 Vztah propiocepce a posturální stability

Svojí funkcí tvoří propiocepce základní kámen jak pro posturální kontrolu jednotlivých segmentů těla, tak jeho celku. U držení přímého stoje se ukazuje jako nevýznamnější propiocepce pocházející z dolních končetin. (Li et al., 2009) Mezi další propioceptivně význačné oblasti patří například šijové extenzory nebo oblast sakra. (Kolář, 2020) Prodělání zranění dolní končetiny, a tedy snížení propioceptivních schopností, může vést k neadekvátnímu zatěžování kloubů a tím k progresivní degeneraci kloubu a následnému zhoršení jeho funkce. S tím dále souvisí zhoršení celkové koordinace a stability. (Li et al., 2009)

Studie porovnávající posturální kontrolu za různých podmínek smyslové zpětné vazby odhadují, že podíl propiocepce na vychýlení těla z rovnováhy je až 69 %. Lze tedy říci, že propioceptivní zpětná vazba je nutná ke vzpřímenému stoji, obzvláště po vyřazení zrakové kontroly, a tedy vyřazením i dalších senzoričkových vjemů. Toto vše je podstatným aspektem během stárnutí, kdy je usuzováno, že narušení posturální kontroly je jedna z hlavních příčin morbidit a mortality lidí vyššího věku. (Goble et al., 2011) Existují studie zaměřující se na vliv propioceptivního tréninku na posturální stabilitu. Například Martínez-Amat et al. (2013) uvádí zlepšení v oblasti statické i dynamické stability díky dlouhodobému tréninkovému programu propiocepce.

2.4 Senzomotorická stimulace

Autoři této metody, profesor V. Janda s M. Vávrovou, zvolili název „senzomotorická stimulace“, čímž chtěli vyjádřit důležité propojení a souhru aferentního a eferentního řízení. (Janda a Vávrová, 1992)

Jedná se o techniku s velmi širokou indikační škálou. Díky facilitačním mechanismům propioceptorů, zejména přes chodidlo, má tato metodika obecně pozitivní vliv na koordinaci a kontrakci svaloviny. Jako první byla tedy tato metodika využívána pro rehabilitaci nestabilního kotníku či kolene. (Kolář, 2020) Její pomocí může terapeut pomoci s větší automatizací pohybových stereotypů. Tento koncept lze využít například při pocitu nestability či hypermobility pohybového aparátu, po distorzi kotníku, dále při vadném držení těla, a to i

v případě lehkých formách idiopatické skoliózy nebo poruchách rovnováhy či senzoryky. (Janda a Vávrová, 1992)

První krok tvoří osvojení nového pohybu a tím tvorba základního spojení v mozku. Konkrétně dochází k intenzivnímu zapojení mozkové kůry, což je pro organismus poměrně náročný proces. Cílem této metodiky je dostat se na druhou úroveň tak, že se řízení provedení pohybu přesune do podkorových center, čímž se z pohybu stává proces méně náročný, rychlejší a čím dál více automatický. Snažíme se toho dosáhnout pomocí již výše zmíněné facilitace proprioceptorů, čímž chceme podpořit vyvolání reflexní odpovědi svalů. (Janda a Vávrová, 1992)

Ke cvičení se využívá daná metodická řada, kterou se pacient dle svých individuálních schopností postupně učí. Jako nejdůležitější je vnímáno cvičení ve vertikále, pro jeho promítnutí do stoje a chůze. Před aktivním cvičením probíhá manuální uvolnění kloubů na periferii pro normalizaci tonu.

Držíme se následujících zásad:

- Postupujeme od distálních částí k proximálním, korekce tedy probíhá od chodidel, přes kolena, pánev, k ramenům a hlavě.
- Cvičení probíhá naboso
- Necvičí se přes velkou únavu a bolest
- Dodržujeme dostatečné opakování cviků, tedy 10 až 20krát v rámci jedné cvičební jednotky
- Nejdříve cvičení probíhá na pevné podložce, postupně se pacient přesouvá na podložky labilní. Mezi pomůcky představující tyto labilní plochy patří například úseče, balanční sandály či balanční čičky.

Prvním cvikem, který se pacient učí je malá noha. Při tomto cviku dochází ke zformování a zvýšení kleneb nohy pomocí zúžení a zkrácení chodidla v obou osách. Tato pozice má dále pozitivní vliv na postavení výše postavených segmentů těla či dosažení aferentace z plosek. Nejdříve probíhá nácvik pasivní, poté aktivní nácvik s dopomocí terapeuta a až poté nácvik zcela aktivní. (Janda a Vávrová, 1992)

Další elementární pozicí je korigovaný stoj. V této pozici dbáme na formování malé nohy, odemčení kolen s lehkým pokrčením a lehkou zevní rotací, aktivaci pánevního pletence. Dále protažení celého těla do výšky za hlavou, ramena by měla být držena od uší. Po zvládnutí této pozice se pacient může přesunout na trénink

přenosu váhy v této pozici, korigovaného stoje na jedné dolní končetině, nácvik pŮlkroků, výpadů a následně i výskoků. Náročnost cvičení lze zvýšit postrky terapeutem do oblasti ramen či pánve pacienta. (Kolář, 2020)

2.5 Street dance

Definice a historie street dance

Pojem street dance, který můžeme do českého jazyka přeložit jako pouliční tanec, zastřešuje širokou škálu tanečních stylů se společným vznikem doslova v ulicích Spojených států amerických zhruba od 70. let minulého století. Rychle se rozšířily do celého světa a vyvíjí se dodnes. Za jejich vznik můžeme vděčit afroamerické kultuře, neboť v různých městech jako je například New York, místo vzniku hip-hopu, tato kultura postupně zformovala vzhled těchto stylů. Vycházelo se z jejich kultury a hudby. (Bolton, 2022) V počátcích se tedy tyto styly učily, nebo spíše společně sdílely, kdekoliv jinde s výjimkou tanečního studia či sálu, a to od parků po kluby či opravdu ulice města.

Dnes je běžné v tanci soutěžit, ať již ve skupině či jako jednotlivec, a to v různých formách. Příkladem mohou být formační soutěže nebo battles. V soutěžní formaci tanečníci ve skupině předvedou nacvičenou 2 až 4 minut dlouhou formaci. Battle, v češtině boj či bitva, představoval v minulosti opravdu taneční „boj“ k vyřešení nějakého konfliktu amerických gangů. (Vengesai, 2019) Dnes představuje „bitvu“ improvizací, kdy se tanečník v různých stylech snaží vystihnout svou improvizací co nejlépe jemu předem neznámou hudbu a chce svým umem porazit svého protivníka. O vítězi rozhoduje porota, sami tanečníci nebo také obecenstvo.

Je poměrně složité vytvořit ucelenou definici a určit, které styly pod tento nadřazený pojem spadají. V běžném povědomí převládá myšlenka, že street dances jsou právě taneční formy vzniknuvší v ulicích a jsou součástí hip-hopové, funkové a klubové kultury. (Moser-Kindler, 2023) Tento úhel pohledu se může ale zdát až moc široký a nekonkrétní, s čímž souvisí i fakt, že kultura a historie různých směrů je velmi odlišná, a tak někteří chtějí udržovat styly pomyslně odděleně. Mezi tyto styly patří například hip-hop, locking, popping či breaking. (Kawalik, 2022)

Pohybové nároky street dance a tance obecně

Mezi prvky, které jsou naprosto zásadní pro všechny tanečníky, a to tedy včetně tanečníků street dance, patří koordinace pohybů. To platí jak pro vztahy mezi jednotlivými částmi těla tanečníka, tak mezi tanečníkem a hudbou. Při porovnávání koordinace pohybu prstů do rytmu metronomu u street dance tanečníků a účastníků nevěnující se tanci, byl pozorován přesnější pohyb právě u tanečníků. (Miura et al., 2016) Pohyby je nutné neustále kombinovat, rychle obměňovat a po celou dobu musí tanečník udržovat rytmus a držet se tak hrané hudby.

Dále mezi obecné charakteristické rysy tohoto tance patří také důležitost výbušné síly nebo schopnost poskládat velké množství komplikovaných úkonů za sebe v zadaném pořadí. K tomuto procesu je třeba zapojení sensorických a motorických systémů a obecně vyšších kognitivních funkcí. (Shen et al., 2020) Hip-hop je charakteristický například velkým zapojováním trupu, pokrčováním kolen, skákáním či izolovaným pohybem končetin. Při stylu popping tanečník provádí krátké rychlé svalové kontrakce, čímž dosáhne dojmu „škubnutí“ svalu. V tanečním stylu zvaný locking se převážně využívají horní končetiny, konkrétně hojně zápěstí, a tanečník se často dostává rychle v extrémních pozicích na zem a zpět vzhůru. (Tjukov et al., 2020) Styl s názvem breaking je známý různými velmi dynamickými pohyby, například točením na hlavě. (Cho et al., 2009)

Street dance může tedy přispět ke zlepšení motorické kontroly, zlepšení fyzické kondice, zlepšení pozornosti a obecně má příznivý dopad na lidskou fyziologii i psychiku. (Shen et al., 2020)

2.6 Zranění v tanci

Obecně lze zranění tanečníků rozdělit na **akutní** a **chronické**. Ty by se mohly označit za zranění z přetížení. Akutním poraněním se rozumí poranění ve spojitosti s náhlou událostí různého původu způsobující stres na zdravou normální tkáň. Ta toto přebytečné napětí nevydrží a neudrží již tak svou fyziologickou strukturu. Dochází tak ke vzniku makrotraumat. Potenciální příčinou těchto traumat může být svalová únava, ztráta rovnováhy nebo únava celková. Opak tvoří mikrotraumata, která vznikají postupným přetěžováním tkáně.

Zranění ovlivňuje široké spektrum faktorů, příkladem mohou být **fyziologické faktory**. Jedním z faktorů může být věk, kdy tanečníci mladší mají větší sklony k poranění kyčle či zad a tanečníci starší mají tendenci ke zranění nohy či kotníku. (Motta-Valencia, 2006) Mezi tyto faktory se řadí také anatomické uzpůsobení těla nebo výživa tanečníka. U tanečnic můžeme také sledovat FAT syndrom (female athlete trias syndrom) neboli triádu atletky, která se projevuje jako amenorrhoea společně s poruchou příjmu potravy a osteoporózy. Příznaky tohoto typu mohou způsobit stresové zlomeniny. (Kadel, 2006) Obecně nejčastějším zraněním je distorze hlezenního kloubu. (Rinonapoli et al., 2020)

Technické faktory hrají také důležitou roli. Bez znalosti správné techniky pohybů se riziko zranění značně zvyšuje. (Motta-Valencia, 2006)

Obzvláště velký důraz na správnou techniku a provedení jednotlivých pohybů se klade na tanečníky baletu. Při tanci je po nich žádána plná plantární flexe v kotníku. Tyto časté abnormální pozice hlezna a celkově nohy přispívají k větší flexibilitě kloubů. Je pravděpodobné, že větší flexe hraje větší roli ve vzniku zranění hlezenního kloubu. Opakovaně využívané techniky k udržení stability mohou klouby a okolní měkké tkáně zatěžovat. Tvoří totiž atypický stresor působící nadměrné zatížení na tuto nestabilní polohu. Tyto stres působící síly se přenáší z distálních článků prstů, přes metatarsy až do měkkých tkání nohy. Tento fakt může vysvětlovat vysokou incidenci svalového poranění, například ruptury, nebo bolesti střední části chodidla. Z důvodu častých tréninků může tento fakt tvořit problém a vést poměrně rychle k přetížení. To následně vede ke svalové únavě a možnosti úrazu z přetížení. (Li et al., 2022)

Faktory vnějšího prostředí mohou také značně ovlivnit tanečnickův výkon. V neznámém prostředí nebo prostředí, které není určeno pro tanec, se možnost poranění opět zvyšuje. Mezi tyto faktory patří vlastnosti povrchu nebo vhodná volba obuvi. (Motta-Valencia, 2006)

I přes značné odlišnosti napříč tanečními styly a jejich technikami spojuje tanečnický dohromady například otázka obuvi. U většiny bot tanečnicků chybí dostatečně tlumící podrážka. V moderním tanci dokonce obuv zcela chybí a tanečníci vystupují naboso. (Kadel, 2006) V baletu je důležité dbát na stav obuvi.

V obnošených starších botách se zvětšuje plantární flexe, která může být první příčinou poranění. (Bickle et al., 2018)

Zranění tanečníků street dance

Jak již bylo výše zmíněno, tento taneční styl vznikl mimo taneční sály, tedy venku v prostředí ulic. Velká část tanečníků i dnes často trénuje či vystupuje nadále na nerovných či velice tvrdých površích. Tato okolnost může patřit k jednomu z rizikových faktorů zranění při tanci.

Další určité riziko přináší taneční improvizace, jelikož se daný tanečník nepohybuje vždy stoprocentně kontrolovaně a rozhodování o provedení daného pohybu probíhá velice rychle. Při nezvyklém či netrénovaném pohybu může snáze dojít k poranění. V neposlední řadě může frekvenci zranění ovlivnit také zápal při soutěži. (Jubb et al., 2019) Všeobecně taneční kroky všech street dance stylů vyžadují velké změny v rozložení síly a polohách těla. Při velké svalové únavě se zvětšuje nárazová síla působící na kloub. Tato síla tak může způsobit trauma různého typu a původu a obecně může dojít ke snížení pocitu kontroly. Dále je také běžné, že extrémní rozsahy pohybu, kterými jsou klouby zatěžovány, mohou působit jako rizikový faktor. Při maximálním rozsahu pohybu v kloubu může dojít k menší absorpci nárazových sil nebo může rychleji nastoupit svalová únava. (Bronner et al., 2015)

Při otázce položené 312 tanečníkům vztahující se ke vzniku zranění během tance street dance uvedlo 62 % dotazovaných jako nejčastější primární zdroj zranění nedostatečné či zcela chybějící rozehrátí. Jinými příčinami může být také všeobecně nesprávná technika či nevolnost. Dalším hojně se objevovaným faktorem byl problém s podlahou. (Ojofeitimi et al., 2012)

Mechanismy vzniku úrazu při tanci se různí. Nejčastějším mechanismem je dle 50 % všech dotázaných tanečníků nadužívání určitého segmentu. Dále následuje nevhodný dopad, vyvrknutí nebo uklouznutí. (Ojofeitimi et al., 2012)

Na základě zjištěných diagnóz ve studii dle Jubb et al. (2019) bylo nejčastěji udáno poranění kolene. Konkrétně tedy poranění menisků, problémy s patelofemorální bolestí nebo porušení ligament. Poté procentuálně následovaly problémy s bederní páteří a zranění kotníku či nohy. (Jubb et al., 2019) Je poměrně

složité určit závislost mezi určitým zraněním a konkrétním „podstylem“ street dance, jelikož většina tanečníků se aktivně věnuje více stylům zároveň. (Tjukov et al., 2020) I přesto můžeme orientačně říci, že ve stylech street dance převážně dominují úrazy dolních končetin. Výjimku může tvořit styl breaking, kdy je incidence zranění horní končetiny pravděpodobně častější a obecně i počet zranění jako takových o něco větší. (Tjukov et al., 2020) Tento tanec přináší podobné nebezpečí úrazu jako například gymnastika, při němž ale cvičenci mají dostatečnou supervizi. Bylo by tedy vhodné tanečnický edukovat ohledně důkladné rozcvičky a závěrečného protažení. (Cho et al., 2009)

Klinické sledování tanečníků by mohlo přispět k vytvoření funkčních preventivních opatření. Aby bylo možné snížit incidenci zranění, ať už chronických či akutních, je nutné obeznámit tanečnický a trenérský s rizikovými faktory, které k těmto úrazům přispívají. Ať už se jedná o délku a intenzitu tréninku či znalost rizikových pohybů. (Rinonapoli et al., 2020)

3 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíle práce

Tato práce si klade za hlavní cíl zjistit, zda má krátkodobý terapeutický plán založen na základě metodiky senzomotorické stimulace vliv na posturální stabilitu tanečníků street dance. Dalším cílem je také porovnat účastníky experimentální skupiny a zjistit, zda předchozí zranění dolní končetiny v anamnéze ovlivní průběh plánu a jeho výsledky.

Konkrétnější cíle zní:

- Naměřit a následně porovnat délku trajektorie COP při bipedálním stoji a stoji na jedné dolní končetině na začátku a na konci studie.
- Naměřit a následně porovnat tlakové rozložení ve stoji na začátku a na konci studie.
- Naměřit vzdálenosti získané pomocí Triple Single Leg Hop for Distance testu na začátku a na konci studie a porovnat symetrii naměřených hodnot.
- Provést test Single Leg Stance Test on Firm Surface a porovnat výsledky měření na začátku a na konci studie.
- Provést Jarockého test a porovnat výsledky měření na začátku a na konci studie.

3.2 Hypotézy

Na základě výše zmíněných cílů byly stanoveny následující hypotézy:

H1: Po intervenci dojde ke statisticky významné změně váhového rozložení v bipedálním stoji u experimentální skupiny.

H2: Po intervenci existuje statisticky významný rozdíl sledovaného parametru délka trajektorie COP (TTW) v daných polohách a jednotlivých klinických testech (Triple Single Leg Hop Test, Single Leg Stance Test on Firm Surface a Jarockého test) mezi experimentální a kontrolní skupinou.

H3: Po intervenci je parametr TTW v daných polohách statisticky významně nižší u experimentální skupiny.

H4: Po intervenci dojde ke statisticky významnému zlepšení hodnot v jednotlivých klinických testech (Triple Single Leg Hop Test, Single Leg Stance Test on Firm Surface a Jarockého test) u experimentální skupiny.

H5: U probandů experimentální skupiny se zraněním dolní končetiny v anamnéze dojde ke statisticky významnému zlepšení ve srovnání s probandy bez zranění dolní končetiny v anamnéze v bipedálních polohách a ve stoji na pravé dolní končetině v parametru TTW a jednotlivých klinických testech (Triple Single Leg Hop Test, Single Leg Stance Test on Firm Surface a Jarockého test).

4 PRAKTICKÁ ČÁST

4.1 Sledovaný soubor

Pro tuto intervenční studii byli primárně osloveni tanečníci a tanečnice pražského tanečního studia s názvem Fantasy dance studio. Oslovení probíhalo skrz elektronickou komunikaci. Tanečníci byli obeznámeni s designem studie a byla jim nabídnuta možná dobrovolná účast. Probandi byli vybíráni dle stanovených níže vypsanych zařazovacích kritérií. Pro velké časové vytížení probandů bylo od kritéria zvaného „Zranění hlezenního, kolenního kloubu v anamnéze“ odstoupeno a do studie byli přijati i tanečníci bez předchozího vážnějšího zranění. Tento fakt byl následně brán v potaz při tvorbě porovnávacích hypotéz a při konečném vyhodnocení studie. Tanečníkům byl před začátkem vyšetření předložen k podepsání informovaný souhlas. Sběr dat probíhal na pracovišti Body Language s.r.o. K provedení studie byl podán souhlas Etické komisi 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy.

4.2 Design studie

4.2.1 Organizace studie

V této nerandomizované intervenční studii budou porovnávány dvě skupiny, z nichž jedna skupina bude tvořit skupinu experimentální a druhá skupinu kontrolní. Studie spadá do studií nerandomizovaných z důvodu zohlednění časových možností a vytíženosti probandů. Experimentální skupina absolvovala námi sestavený čtyřtýdenní terapeutický program a podstoupila dvě vyšetření, a to konkrétně před začátkem a na konci stanoveného terapeutického plánu. Terapie probíhala formou domácí autoterapie. Pro probandy experimentální skupiny byl vytvořen dokument s fotografiemi a popisem cviků. Kontrolní skupina se zúčastnila pouze vstupního a výstupního měření a nepodstoupila žádnou intervenci.

4.2.2 Vstupní a vylučující kritéria

Do výzkumu bylo přijato 16 tanečníků street dance splňujících žádaná kritéria.

Vstupní kritéria:

- Věk 18-30 let
- Zranění hlezenního, kolenního kloubu v anamnéze (distorze, subluxace) **-od tohoto kritéria bylo z důvodu nedostatku probandů odstoupeno**
- Pocit subjektivní nestability
- Trénink tance street dance minimálně 2krát týdně déle než 1 rok

Vylučovací kritéria:

- Akutní bolesti
- Stav výrazně omezující mobilitu-např. těhotenství, zlomeniny
- Porucha kognitivních funkcí bránící ve vyšetření a terapii
- Poruchy hlubokého čítí

4.2.3 Průběh měření a sběru dat

Součástí vstupního vyšetření bylo získání základních osobních informací, odebrání úrazové a sportovní anamnézy. Následovalo provedení klinických testů a měření pomocí tlakové desky Footscan.

Před zahájením vyšetření byly probandům předloženy k pročtení a podepsání dokumenty Informace pro účastníka studie a Informovaný souhlas. Oba dokumenty měli probandi k dispozici v elektronické podobě již před osobním setkáním pro nastudování a předchozí obeznámení se se studií.

Při úvodním rozhovoru s účastníkem jsme získali tyto základní osobní informace:

- iniciály,
- věk,
- váha,
- výška,
- laterálita (dominance dolní končetiny)
- velikost nohy

V rámci vyšetření byly provedeny tyto klinické testy:

- Měření posturální stability pomocí tlakové desky Footscan®
- Triple Single Leg Hop Test
- Single Leg Stance Test on Firm Surface
- Jarockého test

Měření bylo provedeno během vstupního a výstupního vyšetření, tedy na začátku a na konci studie, pro ověření případné efektivity terapeutického programu. Na konci vstupního vyšetření byly experimentální skupině vysvětleny cviky součástí autoterapeutického plánu. Účastníci byli instruováni ohledně cvičení na základě senzomotorické stimulace a byla jim také ukázána mobilizace kloubů nohy a stimulace pomocí míčku, které je také nezbytnou součástí cvičební jednotky. Cvičení by se měli probandí věnovat alespoň 5krát týdně po dobu čtyř týdnů a dle plánu zvyšovat náročnost cviků a postupně zařadit ke cvičení i labilní plochu.

Provedení měření

Footscan

Tlaková plošina Footscan® 9 (dále pouze Footscan) patří v klinické praxi k stále populárnějším systémům měření tlaku chodidla, které se využívají pro kvantitativní analýzu chůze. (Xu et al., 2017) Konkrétně se jedná o produkt belgické firmy rs scan. Zjednodušeně řečeno, deska funguje na základě X-Y snímačů, jež jsou citlivé na odporové síly. Ty jsou tedy zodpovědné za měření tlaku tvořené ploškou chodidla na plošinu díky sekvenčnímu skenování. Systém poté zaznamenává údaje ohledně tlaku stojícího nebo procházejícího se subjektu. Následně jsou údaje softwarem zpracovány a výsledek tvoří obraz nohy, který se pohybuje na barevné stupnici od modré po červenou, kdy červená značí maximální tlak a modrá minimální. Dále systémem získáme velké množství cenných informací pro další analýzu. Deska je připojena pomocí USB k počítači, kde probíhá výše zmíněná analýza. (Neznámý, 2020)

Jeden ze sledovaných parametrů bylo COP. Jeho hodnotu lze získat jako průměr tlaků získaných měření senzory na opěrné ploše. Tyto naměřené hodnoty lze poté využít k analýze a hodnocení stability a funkce chodidla. Určení tohoto parametru, a tedy určení rozložení síly, může pomoci určit používané strategie posturální kontroly. Obecně poskytují informace o prostorovém rozložení sil pod chodidlem. (Mettler et al., 2015)

K provedení měření byl použit mód „záznam rovnováhy“. Statický záznam tvoří snímky rozložení tlaku člověka stojícího na plošině. Při záznamu rovnováhy jde o dynamické měření, které zachycuje rozložení tlaku pod dolními končetinami testovaného a zároveň měří výchylky COP. Obraz je rozdělen do čtyř kvadrantů, vidíme také centrum tlakové síly. (Neznámý, 2020) Testovány byly tyto pozice v tomto pořadí: bipedální stoj, bipedální stoj se zavřenýma očima, stoj na pravé dolní končetině (dále jako PDK), stoj na PDK se zavřenýma očima, stoj na levé dolní končetině (dále LDK), stoj na LDK se zavřenýma očima. Měření probíhalo 60 sekund pro bipedální pozice a 30 sekund pro pozice na jedné dolní končetině.

Triple Single Leg Hop Test

Při testování pomocí testu Triple Single Leg Hop Test byli probandi instruováni ke stoju na testované končetině. Následně měli provést tři co nejdelší skoky na dané končetině podél námi nataženým metrem. Test byl celkem proveden 2krát a testovaný začínal danou sérii vždy svou dominantní dolní končetinou. Pokus byl považován za úspěšný, pokud byl proband schopen v konečné pozici zůstat alespoň dvě sekundy. Jako neúspěšný byl hodnocen pokus, kdy testovaný ztratil rovnováhu, dotkl se další končetinou podložky či skoků byl větší počet než tři. (Dingenen et al., 2019)

Single Leg Stance Test on Firm Surface

Single Leg Stance Test on Firm Surface je součástí výše zmíněné baterie testů s názvem The Balance Error Scoring System. Je považován za nejdostupnější variantu klinického měření statické posturální kontroly. Sběr dat probíhal následujícím způsobem. Testování stáli naboso na pevné podložce na testované dolní končetině a dívali se přímo před sebe. Poté byli instruováni dát si ruce v bok a zavřít oči. Důležité je dbát na lehkou flexi v koleni nosné končetiny (cca 5°)

a lehkou flexi v kyčelním a kolenním kloubu končetiny druhé. V této pozici setrvali 20 sekund. Během pokusu jim byly počítány případné chyby. Tyto chyby se následně využily k analýze testu. (Picot et al., 2022) Konkrétními chybami jsou:

- Otevření očí
- Posun rukou z hřebene kosti kyčelní
- Jakékoliv vychýlení, poskok či pád
- Posun boku do abdukce či flexe více jak 30°
- Nazdvihnutí chodidla či paty
- Nevrácení se do testovací polohy z polohy vychýlené do 5 sekund

Pro kvalitní hodnocení chyb je vhodné pořídit videozáznam pokusů.

Jarockého test

Jarockého test se provádí za účelem zjištění citlivosti vestibulárního aparátu. Testování se postavili do stoje spojně se zavřenými očima a prováděli rychlé pohyby hlavou ze strany na stranu. Měřil se čas, který byl proband schopný udržet stabilitu bez vychýlení trupu či paží. Průměrnou naměřenou hodnotou u zdravých jedinců je 28 sekund, u sportovců se hodnota může pohybovat i kolem 90 sekund. (Měkota a Novosad, 2005)

Popis cvičební jednotky

Tanečníci byli instruováni k pravidelnému cvičení v rozsahu alespoň 5krát týdně, kdy cvičili sestavu danou terapeutickým programem. První jednotku jsme cvičili společně v rámci měření a instruktáže. Byl dbán zřetel na správné provedení každého cviku. Program se skládal z manuálního uvolňování nohy, její stimulace a následného cvičení dle metodické řady na základě senzomotorické stimulace. První 3 jednotky probíhalo cvičení na stabilní pevné podložce, pro důkladné seznámení se se všemi cviky a natrénování jejich kvalitního provedení. Následně ke cvičení probandi využívali podložku labilní, konkrétně balanční čoučku. V každé pozici měli setrvat 5-10 sekund a každý cvik opakovat alespoň 10krát.

Terapeutický program vypadal následujícím způsobem. Každá jednotka začínala uvolněním a stimulací nohy. První týden byl zaměřen na nácvik základních variant cviků. Druhý týden byly ke cvikům přidány pohyby rotace hlavy a podřepy v rámci korigovaného bipedálního stoje. Třetí týden byly rotace hlavy prováděny v korigovaném stoji na jedné dolní končetině a místo nácviku půlkroků zařazeny výpady. Čtvrtý týden byl zcela totožný jako týden třetí.

4.2.4. Analýza dat

Pro sběr dat byl použit MS Excel, kde byla vytvořena deskriptivní statistika a data byla zanesena do tabulek a grafů. Pro popis souboru byly použity hodnoty aritmetického průměru, mediánu a směrodatné odchylky. Statistické zpracování hodnot bylo následně provedeno v programu R. Pro ověření normálního rozdělení dat byl využit Shapiro-Wilkův test normality. Nulová hypotéza tohoto testu předpokládá normální rozdělení dat, pro normalitu musí platit $p > 0,05$. Při normálním rozdělení dat byl pro porovnání v rámci jedné skupiny použit párový t-test. Porovnání měření mezi skupinami bylo vyhodnoceno pomocí dvouvýběrového t-testu. Při absenci normálních hodnot, kdy $p < 0,05$, bylo využito neparametrických testů. Při porovnání dat v jedné skupině byl použit Wilcoxonův test. Porovnání mezi skupinami bylo zprostředkováno při shodném rozptylu dvouvýběrovým Wilcoxonovým testem. Jako hladina statistické významnosti byla vybrána $p = 0,05$. Tento postup byl proveden u přístrojového měření i klinických testů.

4.3 Výsledky

4.3.1 Charakteristika zkoumaného souboru

Do této studie bylo zahrnuto 16 tanečníků street dance. Z důvodu časové vytíženosti a zranění jednoho účastníka z experimentální skupiny v čase studie dokončilo celý program 13 probandů. Experimentální skupinu tvořilo 6 subjektů ženského pohlaví. Kontrolní skupina byla tvořena 7 subjekty, 6 ženského pohlaví a 1 mužského pohlaví. Průměrný věk byl $21,2 \pm 2,2$ let, váha byla 63 ± 9 kilogramů, výška $168 \pm 5,9$ centimetrů a velikost nohy $39,5 \pm 1,5$. Soubor obsahoval 10 jedinců s dominancí pravé dolní končetiny a 3 jedince s dominancí levé dolní končetiny. Z celkového počtu subjektů uvedlo zranění dolní končetiny v anamnéze 8 účastníků napříč skupinami, konkrétně 4 probandi se zraněním v anamnéze v experimentální a 4 ve skupině kontrolní. Základní informace o souboru ukazuje Tabulka 1.

Tab. 1: Charakteristika souboru

Průměrné hodnoty, SD	Věk (roky)	Váha (kg)	Výška (cm)	Velikost nohy (EU)
Experimentální skupina	$22 \pm 2,6$	$65,5 \pm 12$	$168 \pm 4,6$	$39,3 \pm 0,9$
Kontrolní skupina	$20,6 \pm 1,4$	$61 \pm 4,2$	$167,1 \pm 6,8$	$39,7 \pm 1,8$

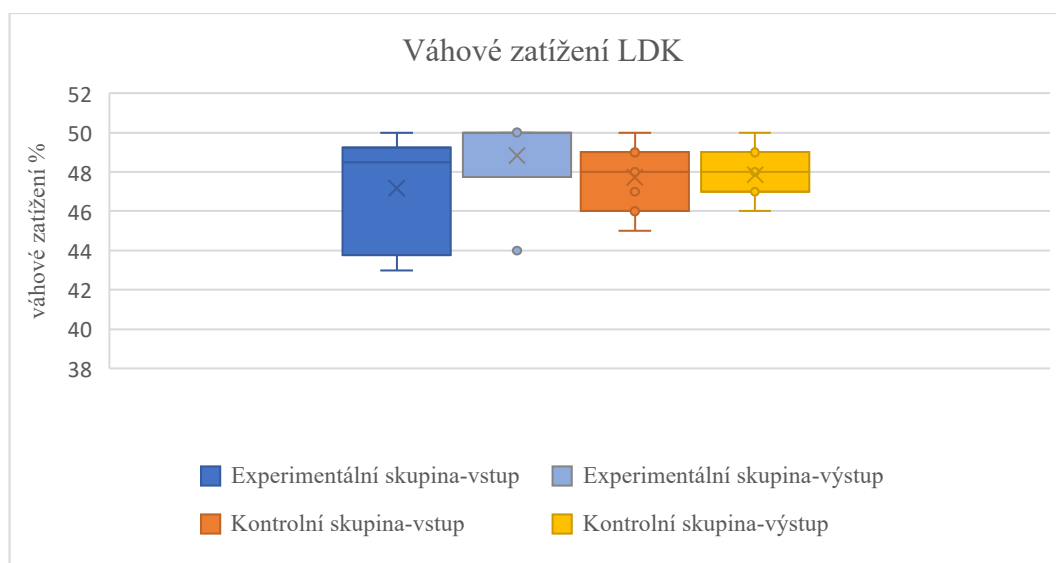
SD = směrodatná odchylka

4.3.2 Výsledky měření pomocí desky Footscan

4.3.2.1 Váhové rozložení při bipedálním stoji

Při vstupním vyšetření u experimentální skupiny bylo váhové zatížení končetin průměrně 47:53 %. Při výstupním vyšetření bylo této skupiny naměřen průměrný rozdíl o 1,7 % s posunem váhy k levé dolní končetině. U kontrolní skupiny bylo naměřeno počáteční průměrné rozložení váhy 48:52 %. Rozdíl průměrných hodnot byl menší než u skupiny experimentální, konkrétně došlo k posunu váhy o 0,1 % směrem k levé dolní končetině. Změnu zatížení levé dolní končetiny napříč skupinami ukazuje Graf 1.

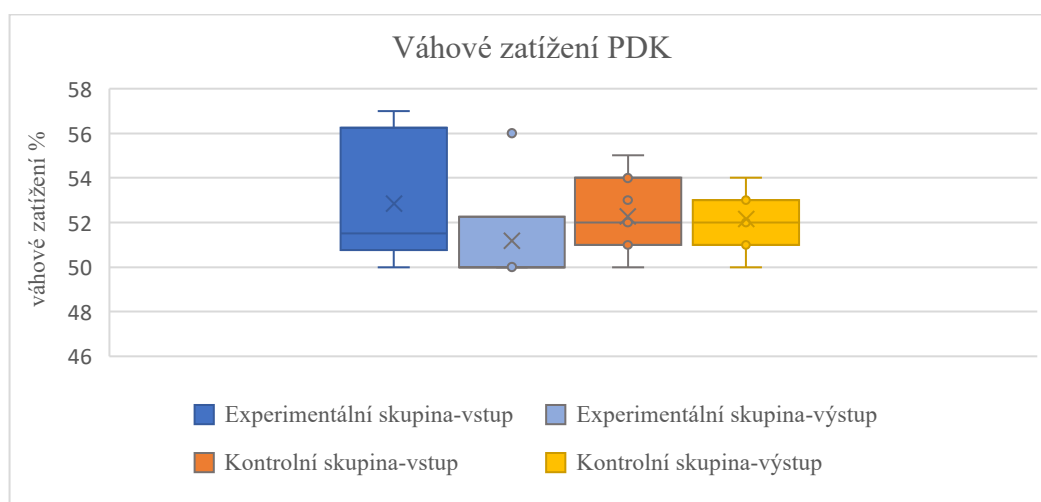
Graf 1: Váhové zatížení levé dolní končetiny



LDK = levá dolní končetina, vstup = vstupní vyšetření, výstup = výstupní vyšetření

Pro přehlednost znázorňuje Graf 2 i zatížení pravé dolní končetiny napříč skupinami.

Graf 2: Váhové zatížení pravé dolní končetiny



PDK = pravá dolní končetina, vstup = vstupní vyšetření, výstup = výstupní vyšetření

Vzhledem k normálnímu rozložení dat byly použity parametrické t-testy. Při porovnání výsledných rozdílů naměřených hodnot mezi kontrolní a experimentální skupinou nenastal statisticky významný rozdíl, výsledná p hodnota z dvouvýběrového t-testu vyšla $p = 0,0921$. Tato hodnota nesplňuje kritérium

$p < 0,05$. U váhového rozložení u samotné experimentální skupiny není ani zde výsledná p hodnota ($p = 0,1294$) vypočtená párovým t-testem pro jednu dolní končetinu statisticky významná. V potaz byla také brána změna rozložení mezi probandy experimentální skupiny se zraněním a bez zranění dolní končetiny v anamnéze. Naměřené hodnoty nejsou ale statisticky signifikantní ($p = 0,2164$). Výsledné p hodnoty ukazuje Tabulka 2.

Tab.2: Výsledky statistického hodnocení váhového rozložení

p hodnoty	Experimentální skupina	Kontrolní skupina
Párový t-test	0,1294	0,7663
Dvouvýběrový t-test	Experimentální se zraněním, bez zranění	Experimentální, kontrolní skupina
	0,2164	0,0921

4.3.2.2 Celková dráha COP vstoje

Hodnoty celkové dráhy COP (TTW) byly získávány v různých pozicích v různých časech. Probandi byli měřeni při úzkém bipedálním s otevřenými a zavřenými očima po dobu 60 sekund a po dobu 30 sekund při stoji na jedné dolní končetině s otevřenými a zavřenými očima.

Úzký stoj s otevřenými očima

Tabulka 3 ukazuje hodnoty vstupního a výstupního měření celkové dráhy COP (TTW) v úzkém stoji s otevřenými očima u experimentální i kontrolní skupiny. Medián hodnot ve vstupním vyšetření představoval pro experimentální skupinu 76,5 mm a pro 67 mm pro skupinu kontrolní. U USOO medián při výstupním vyšetření činil pro experimentální skupinu 70 mm a pro kontrolní skupinu 65 mm. Rozdíl hodnot byl získán odečtením vstupních hodnot od hodnot výstupních a následným získáním mediánu těchto hodnot. Zlepšení v tomto parametru se tedy vyznačuje výslednými hodnotami se záporným znaménkem. Rozdíl hodnot pro experimentální skupinu byl -21 mm a pro kontrolní -12 mm. Došlo tedy k určitému zlepšení a zmenšení celkové trajektorie u obou skupin. Hodnoty představující zlepšení jsou zvýrazněny zelenou barvou.

Tab. 3: Hodnoty TTW v úzkém stoji při otevřených očích

USOO	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)
Vstupní měření	100,5 ± 57,2	76,5	78,4 ± 23,4	67
Výstupní měření	75,5 ± 40	70	75,4 ± 28,3	65
Rozdíl (medián)	25 ± 27,6	-21	3 ± 38,5	-12

SD = směrodatná odchylka, USOO = úzký stoj s otevřenými očima

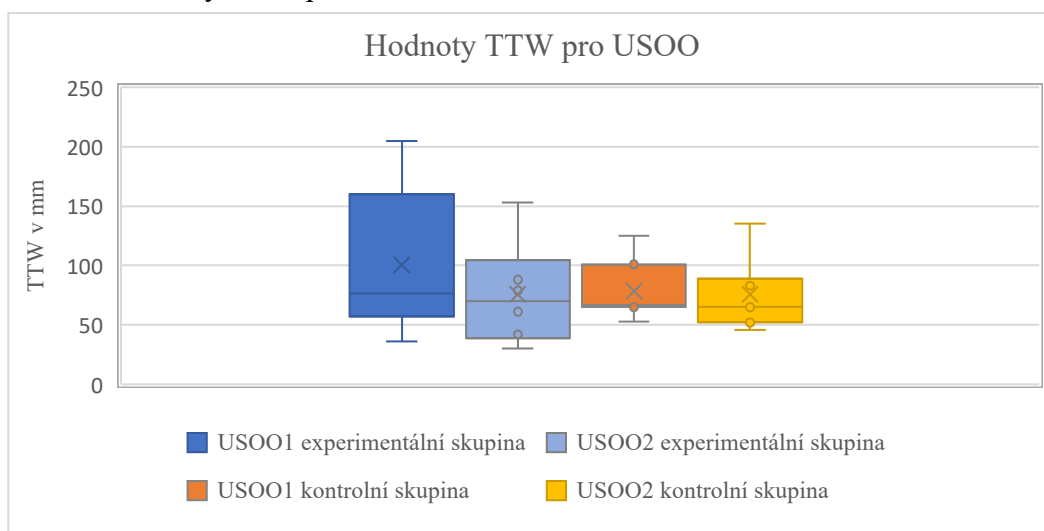
U experimentální skupiny došlo po intervenci k většímu zlepšení než u skupiny kontrolní. Vzhledem k normálnímu rozložení dat byly použity parametrické t-testy. Hodnota TTW pro tuto pozici je $p = 0,099$ a není tedy statisticky významná, jelikož nesplňuje podmínku $p < 0,05$. Při srovnání kontrolní a experimentální skupiny pomocí dvouvýběrového t-testu byla hodnota $p = 0,9973$. Při porovnání probandů se zraněním a bez něj vyšla $p = 0,7245$. Jednotlivé p hodnoty ukazuje Tabulka 4.

Tab. 4: Výsledky statistického hodnocení TTW pro USOO

p hodnoty	Experimentální skupina	Kontrolní skupina
Párový t-test	0,099	0,8655
Dvouvýběrový t-test	Experimentální se zraněním, bez zranění	Experimentální, kontrolní skupina
	0,7245	0,9973

Hodnoty TTW pro pozici USOO při prvním i druhém měření zobrazuje Graf 3. U obou skupin lze vidět celkové snížení hodnot v rámci druhého měření.

Graf 3: Hodnoty TTW pro USOO



USOO1 = první vstupní vyšetření TTW, USOO2 = druhé výstupní vyšetření TTW

Úzký stoj se zavřenýma očima

Medián hodnot vstupního prvního měření byl u experimentální skupiny 125,5 mm a u skupiny kontrolní 72 mm. U výstupního druhého měření vyšly hodnoty 103,5 mm pro skupinu experimentální a 67 mm pro skupinu kontrolní. Medián rozdílových hodnot vyšel jako záporné číslo, celkově lze tedy pozorovat zlepšení v tomto parametru u obou skupin. Signifikantní hodnoty jsou opět zvýrazněny. (Tabulka 5)

Tab. 5: Hodnoty TTW pro USZO

USZO	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)
Vstupní měření	128,9 ± 44,9	125,5	80,6 ± 21	72
Výstupní měření	125,2 ± 77,7	103,5	89,3 ± 54,6	67
Rozdíl (medián)	3,6 ± 38,9	-5,5	8,7 ± 45,4	-15

SD = směrodatná odchylka, USZO = úzký stoj se zavřenýma očima

I když došlo ke zlepšení, tedy zmenšení TTW, nejedná se o statisticky významnou změnu, jelikož žádný z výsledků nesplňuje podmínku $p < 0,05$.

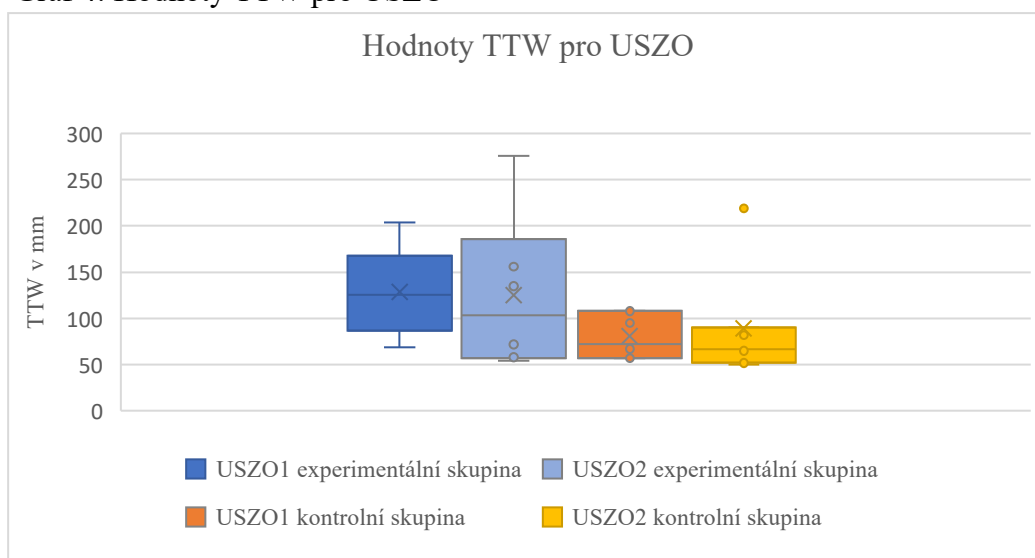
U experimentální skupiny byla párovým t-testem vypočtena hodnota $p = 0,8412$. U dat kontrolní skupiny bylo zjištěno nenormální rozdělení, a tak byl k vyhodnocení této skupiny použit Wilcoxonův test ($p < 0,05$). Pro porovnání skupin byl použit z důvodu nenormálního rozdělení dvouvýběrový Wilcoxonův test, kdy vyšla $p = 0,4452$. Dvouvýběrovým Wilcoxonovým testem pro skupinu bez zranění a s ním bylo získáno $p = 0,2606$. Výsledné hodnoty pro přehlednost znázorňuje Tabulka 6.

Tab. 6: Výsledky statistického hodnocení TTW pro USZO

p hodnoty	Experimentální skupina	Kontrolní skupina
Párový t-test	0,8412	0,6550
Dvouvýběrový test	Experimentální se zraněním, bez zranění	Experimentální, kontrolní skupina
	0,2606	0,4452

Hodnoty měření můžeme pozorovat v grafu níže. U kontrolní skupiny si lze všimnout, že hodnota aritmetického průměru je při výstupním měření větší než při vstupním. Způsobeno je to naměřením extrémní hodnoty u jednoho z účastníků (rozdíl TTW = 111 mm), medián rozdílových hodnot vychází však i přesto záporně. (Graf 4)

Graf 4: Hodnoty TTW pro USZO



USZO1 = první vstupní měření TTW, USZO2 = druhé výstupní měření TTW

Stoj na jedné dolní končetině s otevřenými očima

Ve stoji na jedné noze lze sledovat rozdíly mezi pravou a levou dolní končetinou napříč skupinami. Například u stoje na pravé dolní končetině (POO) u experimentální skupiny má medián rozdílových hodnot hodnotu -268,5 mm, u kontrolní -86 mm. Průměrné hodnoty vychází záporně, došlo tedy ke zmenšení TTW u obou skupin, a tedy zlepšení v tomto parametru. Signifikantní hodnoty jsou opět v tabulce zvýrazněny. (Tabulka 7)

Tab. 7: Hodnoty TTW pro POO a LOO

POO a LOO	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)
POO1	819,8 ± 173,2	819,5	740,7 ± 234,5	604
POO2	531,1 ± 76,3	528	725 ± 168,2	766
Rozdíl	288,6 ± 108	-268,5	15,7 ± 194,4	-86
LOO1	933 ± 357,4	820	793,6 ± 273,2	731
LOO2	578,1 ± 144,4	542	625,6 ± 117,5	625
Rozdíl	354,8 ± 273,5	-201	168 ± 247,3	-127

SD = směrodatná odchylka, POO1 = pravá dolní končetina vstupní vyšetření, POO2 = pravá dolní končetina výstupní vyšetření, LOO1 = levá dolní končetina vstupní vyšetření, LOO2 = levá dolní končetina výstupní vyšetření

Vzhledem k normálnímu rozložení dat byly použity parametrické t-testy. U POO byla u experimentální skupiny pro POO získána hodnota $p = 0,0019$ a pro LOO $p = 0,0338$. Hodnota je menší než $p < 0,05$, jedná se tedy o statisticky významné zlepšení. Mezi skupinami při využití dvouvýběrového t-testu byla vypočtena hodnota $p = 0,0357$ pro POO, která opět spadá do statisticky významných hodnot. Pro LOO se ale statistická významnost nepotvrdila ($p = 0,5607$). U samotné kontrolní skupiny ke statisticky významné změně nedošlo. Při porovnání probandů se zraněním a bez něj při použití dvouvýběrového t-testu vyšla pro PDK $p = 0,7554$. Nejedná se tedy o významnou hodnotu, jelikož

nesplňuje podmínku $p < 0,05$. Pro přehlednost jsou vypočtené hodnoty uvedené v Tabulce 8 a signifikantní hodnoty jsou uvedeny zeleně.

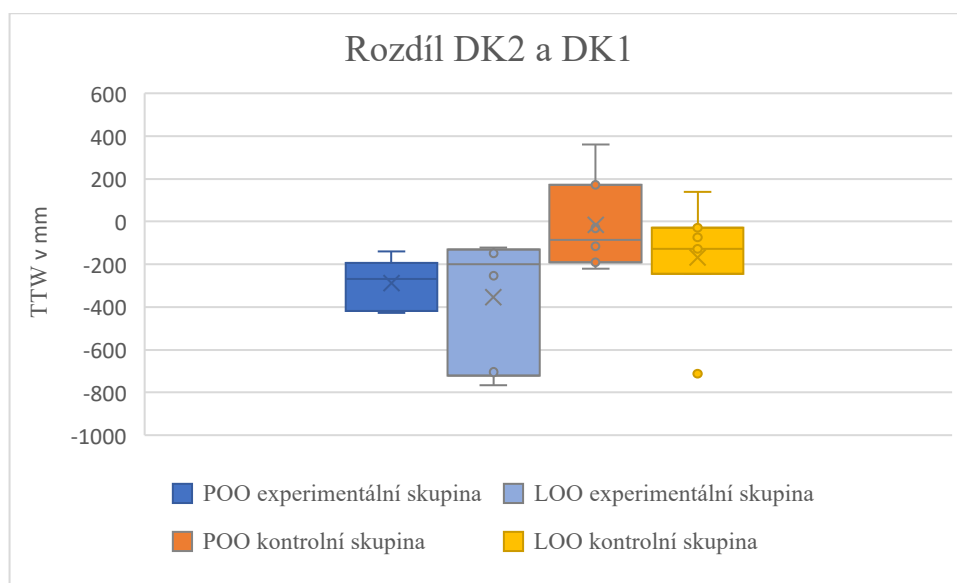
Tab. 8 Výsledky statistického hodnocení TTW pro POO a LOO

p hodnoty	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Párový t-test	POO	LOO	POO	LOO
	0,0019	0,0338	0,8487	0,1471
Dvouvýběrový t-test	Experimentální se zraněním, bez zranění		Experimentální, kontrolní skupina	
	POO		POO	LOO
	0,7544		0,0357	0,5607

POO = pravá končetina při otevřených očích, LOO = levá dolní končetina při otevřených očích

Rozdílové hodnoty TTW ve stoji na jedné noze při otevřených očích jsou zobrazeny v Grafu 5.

Graf 5: Rozdíl výstupního a vstupního měření TTW pro POO a LOO



DK1 = první vstupní měření TTW, DK2 = druhé výstupní měření TTW, POO = měření pro pravou dolní končetinu, LOO = měření pro levou dolní končetinu

Stoj na jedné dolní končetině se zavřenými očima

Medián rozdílu je u PZO -981,5 mm u skupiny experimentální -708 mm skupiny kontrolní. U LZO nám vychází medián -581 mm u experimentální skupiny -536 mm u skupiny kontrolní. Zlepšení je značeno zeleně. (Tabulka 9

Tab. 9: Hodnoty TTW pro PZO a LZO

PZO a LZO	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)	Průměr a SD (mm)	Medián (mm)
PZO1	2338,8 ± 354,3	2346	2203,1 ± 451	2353
PZO2	1307,5 ± 165,4	1258,5	1468 ± 313,1	1393
Rozdíl	1031 ± 428	-981,5	735,1 ± 383	-708
LZO1	2136,8 ± 429,8	2189	2009,7 ± 753,1	2437
LZO2	1622,8 ± 585,2	1437,5	1560,3 ± 288	1542
Rozdíl	514 ± 586,8	-581	449 ± 546	-536

SD = směrodatná odchylka, PZ1 =práva dolní končetina vstupní vyšetření, PZO2 = pravá dolní končetina výstupní vyšetření, LZO1= levá dolní končetina vstupní vyšetření, LZO2 = levá dolní končetina výstupní vyšetření

Některé změny jsou i v tomto případě významné. Pro PZO experimentální skupiny byla vypočtena párovým t-testem hodnota $p = 0,003$, což splňuje podmínku $p < 0,05$. Pro hodnoty LZO experimentální skupiny bylo zjištěno nenormální rozdělení dat, pomocí Wilcoxonova testu vyšla hodnota $p = 0,1563$. Ani mezi skupinami při použití dvouvýběrového Wilcoxonova testu, který byl využit z důvodu nenormálního rozdělení dat LZO, nevyšly statisticky signifikantní hodnoty ($p = 0,3217$ a $p = 0,8337$). Mezi účastníky se zraněním a bez něj nebyly za použití dvouvýběrového t-testu získány významné hodnoty (pro PDK je $p = 0,4542$), jelikož nesplňují podmínku $p < 0,05$. Všechny p hodnoty jsou vypsány v Tabulce 10. Významné výsledné hodnoty jsou značeny zeleně.

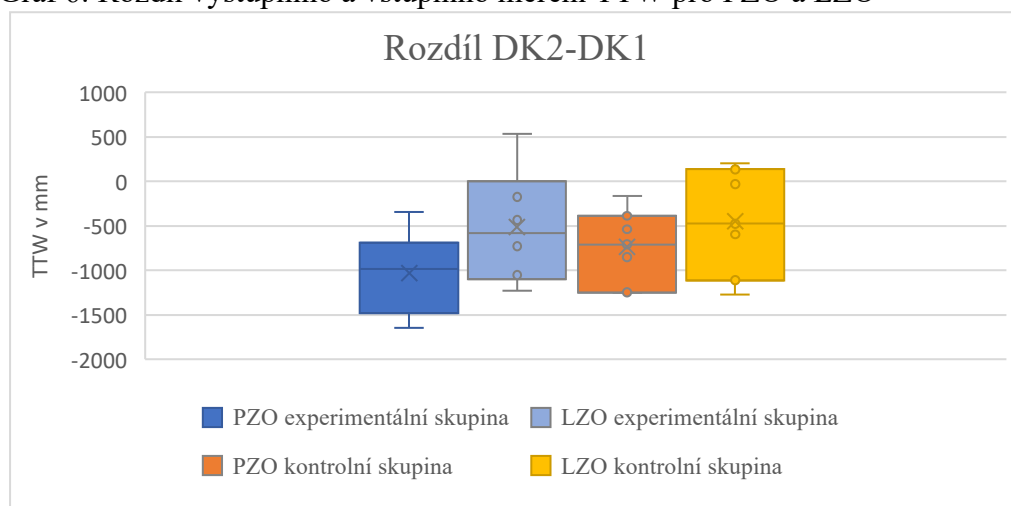
Tab. 10: Výsledky statistického hodnocení TTW pro PZO a LZO

p hodnoty	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Párový t-test	PZO	LZO	PZO	LZO
	0,003	0,1563	0,0033	0,0904
Dvouvýběrový test	Experimentální se zraněním, bez zranění		Experimentální, kontrolní skupina	
	PZO		PZO	LZO
	0,4542		0,3217	0,8337

PZO = pravá končetina při zavřených očích, LZO = levá dolní končetině při zavřených očích

Rozdílové hodnoty výstupního a vstupního měření TTW pro PZO a LZO jsou zaneseny do Grafu 6.

Graf 6: Rozdíl výstupního a vstupního měření TTW pro PZO a LZO



DK1 = první vstupní měření TTW, DK2 = druhé výstupní měření TTW, PZO = měření pro pravou dolní končetinu, LZO = měření pro levou dolní končetinu

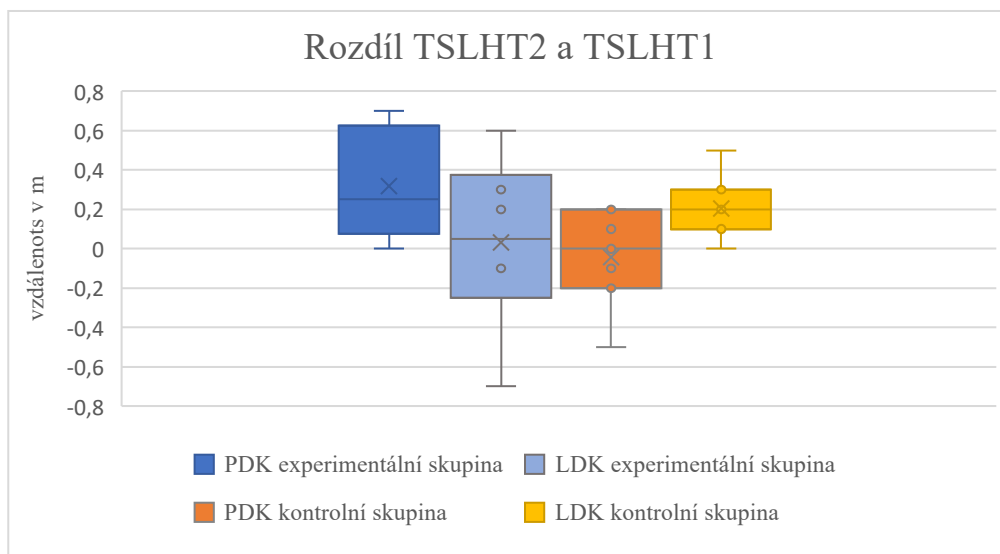
4.3.3 Klinické testy

Z klinických testů pro posouzení balančních schopností byl použit Triple Single Leg Hop Test for Distance (dále TSLHT), Single Leg Stance Test on Firm Surface (dále SLST) a Jarockého test (dále JT).

Triple Single Leg Hop Test for Distance

Graf 7 graficky znázorňuje rozdíly naměřených vzdáleností vstupního a výstupního měření.

Graf 7: Rozdíl výstupního a vstupního měření u TSLHT



TSLHT1 = první vstupní měření, TSLHT2 = druhé výstupní měření, PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina

Tabulka 11 znázorňuje vzdálenost tří skoků v metrech na jedné končetině a jejich rozdíl mezi prvním a druhým měřením. Zaznamenán je u každé pokus s lepším výsledkem, tedy s větší vzdáleností, na skok na každé končetině byly dva pokusy. Jsou uvedeny průměry hodnot, jejich směrodatná odchylka a medián. Průměrná změna u skoků experimentální skupiny na pravé dolní končetině je $0,317 \pm 0,25$ m a levé dolní končetiny $0,03 \pm 0,4$ m. Po odečtení hodnot prvního měření od druhého získáme rozdílové hodnoty. Zlepšení tedy znamená výsledné kladné číslo. Největší zlepšení lze vidět u probanda číslo 1 experimentální skupiny u obou končetin. Průměrná změna skoků kontrolní skupiny je u PDK $-0,04 \pm 0,23$ m. Hodnota je záporná, proto lze říci, že došlo k průměrnému zhoršení. U LDK je průměrná hodnota kladná. Záporný medián u rozdílu výchylek ukazuje zlepšení u PDK.

Tab.11: Hodnoty měření TSLHT a jejich rozdíly

TSLHT Číslo:	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
	Rozdíl (PDK2-1) (m)	Rozdíl (LDK2-1) (m)	Rozdíl (PDK2-1) (m)	Rozdíl (LDK2-1) (m)
1	0,7	0,6	-0,1	0
2	0,2	-0,1	0,2	0,2
3	0,1	-0,7	0	0,2
4	0	-0,1	-0,2	0,1
5	0,3	0,2	0,2	0,3
6	0,6	0,3	-0,5	0,5
7	x	x	0,1	0,1
Průměr a SD	0,317 ± 0,25	0,03 ± 0,4	-0,04 ± 0,23	0,2 ± 0,15
Medián	0,25	0,05	0	0,2

SD = směrodatná odchylka, PDK2-1 = rozdíl druhého a prvního měření pravé dolní končetiny, LDK2-1 = rozdíl druhého a prvního měření levé dolní končetiny, výchyly = vychýlení trupu při dopadu, číslo = číslo probanda

Vzhledem k normálnímu rozložení dat byly použity parametrické t-testy. Při porovnání mezi skupinami nedošlo ke statisticky významné změně (není splněna podmínka $p < 0,05$), při využití dvouvýběrového t-testu pro PDK vyšlo $p = 0,8889$ a pro LDK $p = 0,3982$. Při srovnání hodnot u experimentální skupiny je u PDK hodnota $p = 0,0388$, tato hodnota je statisticky významná. U LDK byla ale vypočtena nevýznamná hodnota $p = 0,8618$. U experimentální skupiny vyšly hodnoty $p = 0,1944$ u PDK při porovnání účastníků bez zranění a s ním. Hodnoty nejsou signifikantní, jelikož nesplňují podmínku $p < 0,05$. Hodnoty p jsou zapsány pro přehlednost do Tabulky 12. Signifikantní data jsou vyznačena zeleně.

Tab.12: Výsledky statistického hodnocení TSLHT

p hodnoty	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Párový t-test	PDK	LDK	PDK	LDK
	0,0388	0,8618	0,6669	0,0164
Dvouvýběrový t-test	Experimentální se zraněním, bez zranění		Experimentální, kontrolní skupina	
	PDK		PDK	LDK
	0,1944		0,8889	0,3982

PDK = hodnoty u pravé dolní končetiny, LDK = hodnoty u levé dolní končetiny

Single Leg Stance Test on Firm Surface

Vyhodnocení testu SLST byl provedeno podle The Balance Error Scoring System. Každému probandovi byly při vstupním a výstupním měření počítány chyby (neboli errors) dle tohoto systému pro obě dolní končetiny. Rozdílové hodnoty ukazuje Tabulka 13. Záporná hodnota znamená zlepšení. K největšímu zlepšení došlo u probanda číslo 4 experimentální skupiny na LDK, který se zlepšil o 3 chyby. Naopak k největšímu zhoršení došlo u probanda s číslem 3 kontrolní skupiny, který se zhoršil o 4 chyby. Zlepšení je značeno zeleně.

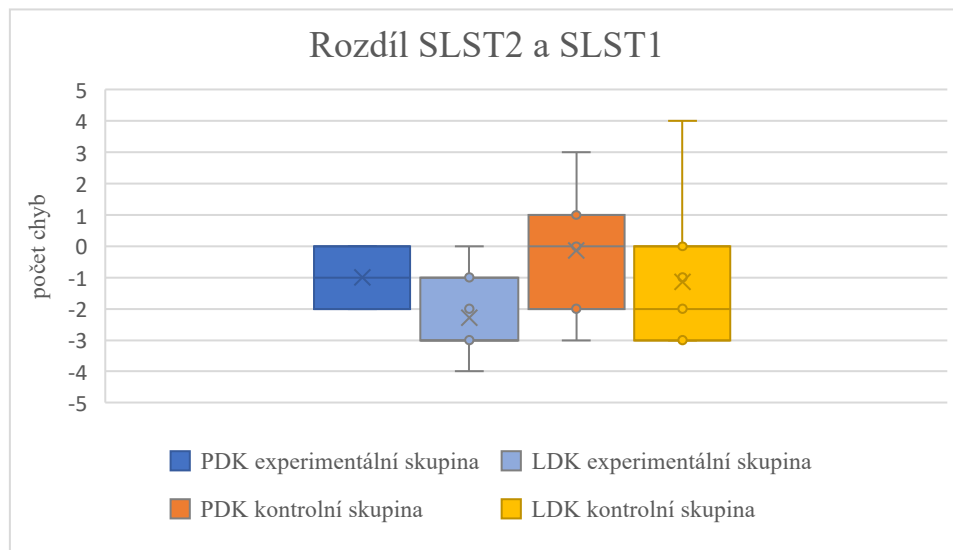
Tab. 13: Průměrné hodnoty měření SLST a jejich rozdíl

SLST (počet chyb) Číslo:	Rozdíl (DK2-DK1)							
	Experimentální skupina				Kontrolní skupina			
	PDK		LDK		PDK		LDK	
1	-2	-3	0	0	0	0	0	0
2	-2	-2	0	-2	0	-2	0	-2
3	-2	-1	-2	4	-2	4	-2	4
4	-1	-4	3	-3	3	-3	3	-3
5	0	-3	0	-3	0	-3	0	-3
6	0	-3	1	-1	1	-1	1	-1
7	x	x	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	PDK1	PDK2	LDK1	LDK2	PDK1	PDK2	LDK1	LDK2
Průměr a SD	3,67 ± 1,89	2,5 ± 1,38	4,33 ± 2,56	1,67 ± 2,13	2,71 ± 1,48	2,57 ± 1,59	3,43 ± 1,05	2,29 ± 2,25
Medián	4	2,5	3	1	3	3	3	2

SD = směrodatná odchylka, DK2-DK1 = rozdíl druhého a prvního měření, PDK1 = první vstupní měření pravé dolní končetiny, PDK2 = druhé výstupní měření pravé dolní končetiny, LDK1 = první vstupní měření levé dolní končetiny, LDK2 = druhé výstupní měření levé dolní končetiny, číslo = číslo probanda

Graf 8 graficky znázorňuje rozdíly naměřených chyb mezi vstupním a výstupním měřením.

Graf 8: Rozdíl vstupního a výstupního měření SLST



SLST1 = první vstupní měření, SLST2 = druhé výstupní měření, PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina

U experimentální skupiny bylo u hodnot LDK nalezeno nenormální rozdělení dat. Proto byl k vyhodnocení použit neparametrický Wilcoxonův test, kdy $p = 0,034$), jedná se o signifikantní výsledek. U PDK bylo vzhledem k normalitě dat vypočteno pomocí párového t-testu $p = 0,0335$. K porovnání kontrolní a experimentální skupiny byl vzhledem k obsahu hodnot z nenormálního rozdělení využit dvouvýběrový Wilcoxonův test. U porovnání hodnot u osob se zraněním a bez něj nedošlo k signifikantní změně ($p = 0,3005$), nesplňuje podmínku $p < 0,05$. Všechny výsledné hodnoty jsou zaneseny do Tabulky 14. Statisticky významné hodnoty jsou vyznačeny zelenou barvou.

Tab. 14: Výsledky statistického hodnocení SLST

p hodnoty	Experimentální skupina		Kontrolní skupina	
Párový t-test	PDK	LDK	PDK	LDK
	0,0335	0,034	0,8528	0,2797
Dvouvýběrový test	Experimentální se zraněním, bez zranění		Experimentální, kontrolní skupina	
	PDK		PDK	LDK
	0,3005		0,9386	0,6504

PDK = hodnoty u pravé dolní končetiny, LDK = hodnoty u levé dolní končetiny

Jarockého test

Rozdílové hodnoty a jejich průměrné hodnoty a mediány ukazuje Tabulka 15. V případě tohoto testu je cílem vydržet danou pozici co nejdéle. Proto je zlepšení charakteristické kladným číslem. Největší zlepšení došlo u experimentální skupiny u probanda 6, kdy se čas prodloužil o 27 sekund. U skupiny kontrolní měl nejlepší výsledek proband číslo 4 s rozdílem 21 sekund. Zlepšení je opět značeno zelenou barvou.

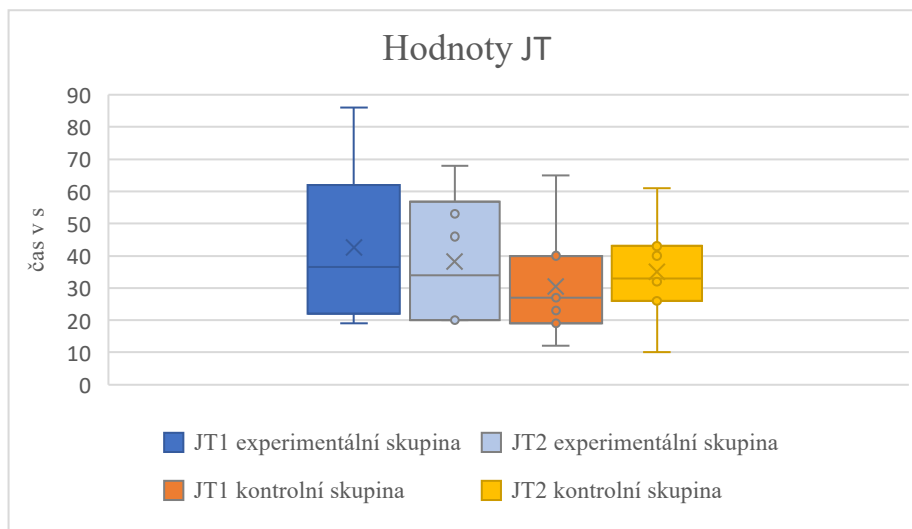
Tab. 15: Průměrné hodnoty měření JT a jejich rozdíly

JT (s) Číslo:	Rozdíl (JT2-JT1)					
	Experimentální skupina			Kontrolní skupina		
1	-11			3		
2	-1			-9		
3	-66			17		
4	-1			21		
5	26			-4		
6	27			-1		
7	x			5		
	JT1	JT2	JT2-JT1	JT1	JT2	JT2-JT1
Průměr a SD	42,5 ± 22,69	38,17 ± 18,68	-4,33 ± 31,01	30,43 ± 16,19	35 ± 14,56	4,57 ± 10,11
Medián	36,5	34	-1	27	33	3

SD = směrodatná odchylka, JT1 = první vstupní měření, JT2 = druhé výstupní měření, JT2-JT1 = rozdíl druhé a prvního měření, číslo = číslo probanda

Graf 9 ukazuje naměřený čas v rámci vstupního a výstupního měření JT.

Graf 9: Hodnoty vstupního a výstupního měření JT



JT1 = první vstupní měření, JT2 = druhé výstupní měření

Ověřená normalita hodnot umožňuje použití parametrických t-testů. Mezi oběma skupinami nedošlo po intervenci k signifikantnímu rozdílu ($p = 0,7582$). K významné změně nedošlo ani u samotné experimentální skupiny ($p = 0,7673$). Významná změna nebyla zjištěna ani při porovnání probandů experimentální skupiny se zraněním a bez něj ($p = 0,9055$). Ani jedna z hodnot tedy nesplňuje podmínku $p < 0,05$. Všechny p hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 16.

Tab.16: Výsledky statistického hodnocení JT

p hodnoty	Experimentální skupina	Kontrolní skupina
Párový t-test	0,7673	0,3105
Dvouvýběrový t-test	Experimentální se zraněním, bez zranění	Experimentální, kontrolní skupina
	0,9055	0,7582

Shrnutí

U experimentální skupiny nebyl rozdíl hodnot váhového rozložení statisticky signifikantní, proto je nutné H1 zamítnout. Při porovnání rozdílových hodnot TTW a výsledných hodnot jednotlivých klinických testů pomocí dvouvýběrového t-testu (případně dvouvýběrového Wilcoxonova testu) mezi skupinami byla shledáno jako signifikantní pouze u porovnání POO, hodnoty při měření COP v ostatních pozicích signifikantní nebyly. Nelze tedy přijmout H2 a je nutno ji zamítnout. Pro přijetí H3 je nutný signifikantní výsledek u všech testovaných poloh. Statisticky významné hodnoty byly pouze u POO ($p = 0,0019$), LOO ($p = 0,0338$) a PZO ($p = 0,003$). H3 platí tedy pouze částečně a je nutné ji také zamítnout. Z klinických testů došlo k signifikantnímu zlepšení u SLST. U TSLHT došlo ke významnému zlepšení pouze u PDK a u Jarockého testu signifikantní hodnoty nevyšly. Opět platí hypotéza H4 pouze částečně a je nutné ji zamítnout. Z výsledných hodnot napříč testy v experimentální skupině u probandů se zraněním nebyly v žádném z testů konečné hodnoty významně rozdílné oproti probandům bez zranění. Je nutno H5 zamítnout.

5 DISKUZE

Cílem této práce bylo zjistit efektivitu cvičení na základě metodiky senzomotorické stimulace na posturální stabilitu tanečníků věnující se tanci street dance. Po odstoupení několika probandů z programu na základě omezených časových možností nebo zranění během intervence byla skupina experimentální tvořena 6 probandy a skupina kontrolní 7 probandy. Na základě hypotéz se po intervenci předpokládalo zlepšení posturální stability při měření na desce Footscan a zlepšení výsledků ve vybraných klinických testech.

Bylo zavedeno pět hypotéz, jež lze napříč zkoumanými parametry na základě výsledků potvrdit nebo vyvrátit.

Hypotéza 1 ukazuje případnou změnu váhového rozložení u experimentální skupiny před a po intervenci. I přes to, že byly získány rozdílné hodnoty a průměrný rozdíl váhového rozložení činil 1,7 % směrem k levé dolní končetině, nejednalo se o hodnoty signifikantní. H1 byla zamítnuta. Na tento výsledek může mít vliv malý vzorek a absence desetinných míst u procent, což je pro statistické hodnocení významné.

Hypotéza 2 zkoumala případný rozdíl mezi kontrolní a experimentální skupinou jak u parametru TTW, tak u výsledků klinických testů. Ani u jednoho ze zkoumaných parametrů nevyšly statisticky významné hodnoty. H2 byla zamítnuta. Důvodem těchto výsledků může být malá velikost souboru.

Hypotéza 3 byla zaměřena na experimentální skupinu a potenciální zlepšení v parametru TTW v různých měřených pozicích. Zde je možné hypotézu H3 potvrdit u pozic POO ($p = 0,0019$), LOO ($p = 0,0338$) a PZO ($p = 0,003$). Jelikož ale významné zlepšení nastalo jen u některých pozic, a ne u všech, nelze plně přijmout H3. Roli zde může hrát dominance pravé končetiny u většiny testovaných.

Nelze vybrat jeden jediný určitý pohyb jakožto zástupce pro každý styl, který by se mohl následně porovnávat. Proto byly zvoleny klinické testy posturální stability pro zjištění efektivity intervence.

Hypotéza 4 zkoumá případné zlepšení v klinických testech u experimentální skupiny. Hypotézu H4 lze potvrdit u testu SLHT. Došlo tedy ke snížení počtu chyb při provedení tohoto testu po absolvování intervenčního programu, což značí o zlepšení celkové posturální stability. Konkrétní průměrné hodnoty u experimentální skupiny byly před intervencí u PDK $3,67 \pm 1,89$ chyb a u LDK $4,33 \pm 2,56$ chyb. Po intervenci hodnoty byly u PDK $2,5 \pm 1,38$ chyb a LDK $1,67 \pm 2,13$ chyb. V porovnání skupin u kontrolní skupinou k takové signifikantní změně nedošlo. U ostatních testů platí tato hypotéza pouze částečně (jako u TSLHT) nebo nikoliv. Z toho důvodu není možné plně přijmout H4. Test TSLHT je často zamýšlen pro získání představy o funkci celé dolní končetiny, a to tedy její síly, koordinaci a kloubní stability. Tento význam je v našem případě méně relevantní, ale v některých studiích jsou testy skoku na jedné končetině také používány jako testy dynamické posturální stability. Existují dokonce spekulace o tom, že statické testy na jedné noze nestimulují posturální systém adekvátním způsobem. U dynamické verze testu se sleduje rychlost schopnosti stabilizace v konečné poloze po doskoku. (Ross a Guskiewicz, 2004) V této studii došlo u intervenční skupiny ke zlepšení v délce skoku. U PDK byl medián rozdílových hodnot 0,25 metru a u LDK 0,05 metru. Jarockého test je dalším testem k posouzení posturální stability. Průměrnou hodnotou u zdravého jedince je 28 sekund. U trénovaných jedinců se můžou naměřené hodnoty pohybovat až kolem 90 sekund. (Měkota a Novosad, 2005) V této studii došlo u experimentální skupiny ke zhoršení, medián rozdílových hodnot byl -1. Hodnoty tohoto testu byly u každého jedince velmi rozdílné, i rozdíly naměřených hodnot prvního a druhého měření. Je možné, že na provedení testu může mít vliv momentální rozpoložení testovaného a také napětí svalů krku. Velký počet probandů chtěli test sami zastavit kvůli bolesti a tahu šíje.

Hypotéza 5 se týká porovnání hodnot u experimentální skupiny po intervenci u probandů se zraněním a bez něj. Původním záměrem této studie bylo zkoumat posturální stabilitu u jedinců se zraněním dolní končetiny v anamnéze. Vzhledem k malému počtu jedinců splňujících toto kritérium, bylo nutno od tohoto kritéria odstoupit a zkoumaný vzorek se tedy skládá z jak probandů se zraněním, tak bez něj. Došlo tedy pouze k porovnání probandů v rámci experimentální skupiny.

Z důvodu zranění výhradně pravé dolní končetiny byla tato hypotéza testována pouze u bipedálních pozic a stojí na pravé dolní končetině. Vzhledem k malému počtu jedinců ve skupině a odstupu jednoho probanda během programu nejsou výsledky tohoto porovnání příliš vypovídající. Hodnoty nevyšly statisticky významné. Nelze potvrdit H5.

Studie zabývající se stejným tématem, tedy konkrétně vlivem balančního tréninku na posturální stabilitu u tanečnicku street dance, zatím nebyly provedeny. Důvodem může být fakt, že se jedná o poměrně mladý taneční směr, který je zároveň velmi nesourodý. To může velmi stěžovat podmínky pro provedení kvalitního objektivního výzkumu. Tekin et al. (2018) ve své studii zkoumají vliv specifického balančního a silového cvičení na posturální stabilitu tanečnicků moderního tance. Během 8 týdnů v jejich studii došlo ke zlepšení statické i dynamické stability u intervenční skupiny.

Z hlediska zranění se v této studii nepodařilo prokázat rozdíl mezi zraněnými probandy a probandy bez zranění dolní končetiny v anamnéze. Vliv však může být malý vzorek a heterogenita souboru. Studie od Clark a Redding (2012) však uvádí, že pomocí měření COP na desce Footscan existují statisticky významné rozdíly v rámci COP a tedy posturální stability mezi tanečnickými se zraněním a bez zranění dolní končetiny v anamnéze v posledních 12 měsících. Nebyla však nalezena spojitost s pravděpodobností budoucích úrazů dolní končetiny v souvislosti s posturální stabilitou. Tato skutečnost by mohla být předmětem dalšího zkoumání.

V budoucích výzkumech by se kromě statických poloh během přístrojového měření mohlo využít i poloh dynamických, jako je například dřep či výpon na špičky.

5.1 Limity studie

Tato práce má několik limitů, které je nutno při vyhodnocování studie brát v potaz. Pro relevantnější výsledky by bylo potřeba zapojení většího počtu účastníků. Malý počet v této studii byl ovlivněn několika faktory. Zprvu bylo zapojení jakéhokoliv tanečnicka omezeno vstupním kritériem, že musí být přítomno zranění dolní končetiny v anamnéze. Z důvodu časového vytížení a malého počtu dobrovolníků v oslovené skupině tanečnicků bylo od tohoto kritéria odstoupeno.

Proto se některé z klinických testů nemusí zdát stoprocentně relevantní, jako je například Triple Single Leg Hop Test, který je často využíván pro získání představy o síle dolní končetiny, schopnosti koordinace a stability. Vhodnější by pravděpodobně bylo použít ucelenější klinické hodnocení posturální stability, jako je například celý systém The Balance Error Scoring System (BESS).

Ne kompletně všichni účastníci jsou také součástí stejného týmu totožné výkonnosti. Tato heterogenita mohla také ovlivnit výsledné hodnoty.

Nelze také říci, jak velký je opravdu vliv intervence na zlepšení měřených hodnot. Zlepšení může z nějaké části odrážet i propuknutí soutěžní sezóny a intenzivní trénování choreografií. V každém týmu mají jinou tréninkovou strategii a nacvičovaná choreografie obsahuje jiné taneční prvky a tím pádem se tanečníci zlepšují v jiných oblastech. Existuje tedy možnost, že se mohla posturální stabilita zúčastněných tanečníků zlepšit i díky této skutečnosti. Ke zlepšení díky tomu mohlo dojít i u kontrolní skupiny. V některých ohledech můžeme ale v testech vidět i zhoršení. Z časové vytíženosti pracoviště i účastníků nebylo možné měřit ve stejný den a dobu. Je možné, že měření mohly tedy ovlivnit další faktory, jako je například mimořádná únava nebo bolest po tréninku. Dalšími ovlivňujícími faktory může být také psychický stav jedince před a při měření. V neposlední řadě, i přes snahu co největší objektivizace, může hrát roli subjektivita testujícího. Při hodnocení testu Single Leg Stance Test on Firm Surface se lidským okem během testu vyhodnocují chyby. I přesto, že je charakter chyb přesně určen a pro přesnější analýzu byl pořízen video záznam testu, může být vyhodnocení lehce závislé na individuálním posouzení testujícího.

Nemůžeme také přesně vědět, jak konzistentní probandi experimentální skupiny ve cvičení byli. Motivace i kvalita provedení cvičení v domácím prostředí mohla být u každého tanečníka různá. Mohla by také být prodloužena délka studie, kdy by bylo možné zaznamenat větší změny.

6 ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo zjistit případný efekt cvičení na základě senzomotorické stimulace na posturální stabilitu tanečníků street dance. K vyhodnocení hypotéz byly použity pro co největší objektivitu jak klinické, tak přístrojové testy. Došlo k signifikantní změně v několika pozicích při měření na desce Footscan, jako byl stoj na jedné noze při otevřených a zavřených očích. Došlo také ke zlepšení výsledků v několika z klinických testů, primárně v testu Single Leg Stance Test on Firm Surface. Zlepšení bylo větší než u skupiny kontrolní. Tato studie ukazuje, že neurofyziologické cvičení, konkrétně cvičení na základě metodiky senzomotorické stimulace může mít vliv na posturální stabilitu u tanečníků street dance. Primárně u náročnějších pozic, jako je stoj na jedné dolní končetině s vyřazením i bez vyřazení zrakové kontroly.

Studie může sloužit jako podklad pro další zkoumání této problematiky. Vhodné by bylo design studie upravit, dobu studie prodloužit a zapojit větší počet účastníků. Do budoucna by mohlo být přínosné se zabývat původním záměrem studie a důkladněji se zaměřit na porovnání tanečníků se zraněním a bez zranění dolní končetiny v anamnéze. Ze studií totiž vyplývá, že tento typ zranění je u tanečníků street dance nejčastější. Bylo by proto vhodné využít poznatky z těchto i budoucích studií k prevenci těchto zranění.

REFERENČNÍ SEZNAM

ALBERTSEN, I.M.; GHÉDIRA, M.; GRACIES, M. a HUTIN, É. *Postural stability in young healthy subjects – Impact of reduced base of support, visual deprivation, dual tasking*. Online. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2017, roč. 33, s. 27-33. ISSN 10506411. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.01.005>

ASHTON-MILLER, J.; WOJTYS, E.; HUSTON, L. J. a FRY-WELCH, D. *Can proprioception really be improved by exercises?* Online. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2001, roč. 9, č. 3, s. 128-136. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s001670100208>

BELL, D. R.; GUSKIEWICZ, K. M.; CLARK, M. A. a PADUA, D. A. *Systematic Review of the Balance Error Scoring System*. Online. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2011, roč. 3, č. 3, s. 287-295. ISSN 1941-7381. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1941738111403122>

BICKLE, C.; DEIGHAN, M. a THEIS, N. *The effect of pointe shoe deterioration on foot and ankle kinematics and kinetics in professional ballet dancers*. Online. *Human Movement Science*. 2018, roč. 60, s. 72-77. [cit. 2024-08-01] ISSN 01679457. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.05.011>

BIZOVSKÁ, L.; JANURA, M.; MÍKOVÁ, M. a SVOBODA, Z. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2017. ISBN 978-80-244-5259-3

BLOEM, B., VISSER J. a ALLUM J. *Posturography*. In: *Handbook of Clinical Neurophysiology* [online]. 2003, s. 295-336 [cit. 2024-08-01]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/291800373_Posturography6.

BOLTON, E., 2022. *Street Dance Styles*. *Dance Bibles* [online]. [cit. 2024-08-01]. Dostupné z: <https://dancebibles.com/street-dance-styles/>

BRONNER, S.; OJOFEITIMI, S. a WOO, H. *Extreme Kinematics in Selected Hip Hop Dance Sequences*. Online. *Medical Problems of Performing Artists*. 2015, roč. 30, č. 3, s. 126-134. ISSN 0885-1158. Dostupné z: <https://doi.org/10.21091/mppa.2015.3026> [cit. 2024-08-01]

CLARK, T. a REDDING, E.. *The Relationship Between Postural Stability and Dancer's Past and Future Lower-Limb Injuries*. Online. *Medical Problems of Performing Artists*. 2012, roč. 27, č. 4, s. 197-204. [cit. 2024-08-01] ISSN 0885-1158. Dostupné z: <https://doi.org/10.21091/mppa.2012.4037>

DINGENEN, B., TRUIJEN J., BELLEMANS J. a GOKELER, A. 2019. *Test-retest reliability and discriminative ability of forward, medial and rotational single-leg hop tests*. *The Knee* [online]. 2019 26(5), 978–987. [cit. 2024-08-01] ISSN 09680160. Dostupné z: doi:10.1016/j.knee.2019.06.010

DOUGHERTY, J.M., CARNEY M., EMMADY, P.D. a HOHMAN M.H. *Vestibular Dysfunction* [online]. 2023, StatPearls [cit. 2024-08-01]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558926>

EVKAYA, A., KARADAG-SAYGI, E; KARALI BINGUL, D. a GIRAY, E. *Validity and reliability of the Dynamic Gait Index in children with hemiplegic cerebral palsy*. Online. *Gait & Posture*. 2020, roč. 75, s. 28-33. [cit. 2024-08-01] ISSN 09666362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.09.024>

FRANCHIGNONI, F; HORAK, F; GODI, M; NARDONE, A a GIORDANO, A. *Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest*. Online. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2010, roč. 42, č. 4, s. 323-331. [cit. 2024-08-01] ISSN 1650-1977. Dostupné z: <https://doi.org/10.2340/16501977-0537>

GOBLE, D. J.; COXON, J. P.; VAN IMPE, A.; GEURTS, M.; DOUMAS, M. et al. *Brain Activity during Ankle Proprioceptive Stimulation Predicts Balance Performance in Young and Older Adults*. Online. *The Journal of Neuroscience*. 2011, roč. 31, č. 45, s. 16344-16352 [cit. 2024-08-01]. ISSN 0270-6474. Dostupné z: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4159-11.2011>

GOLOMER, E.; CRÉMIEUX, J.; DUPUI, P.; ISABLEU, B. a OHLMANN, T.. *Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers*. Online. *Neuroscience Letters*. 1999, roč. 267, č. 3, s. 189-192. [cit. 2024-08-01] ISSN 03043940. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(99\)00356-0](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(99)00356-0).

GOLOMER, E. a DUPUI P., *Spectral Analysis of Adult Dancers' Sways: Sex and Interaction Vision-Proprioception*. *International Journal of Neuroscience* [online]. 2009-07-07, 105(1-4), 15-26 [cit. 2024-08-01]. ISSN 0020-7454. Dostupné z: doi:10.3109/00207450009003262

GRYC, T., 2014. *Vztah mezi posturální stabilitou a pohybovými aktivitami*. Fakulta tělesné výchovy a sportu. Dizertační práce. Univerzita Karlova.

HAN, J.; ANSON, J., WADDINGTON, G. a ADAMS, R. *Sport Attainment and Proprioception*. Online. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2014, roč. 9, č. 1, s. 159-170. [cit. 2024-08-01] ISSN 1747-9541. Dostupné z: <https://doi.org/10.1260/1747-954191159>

HAN, J.; WADDINGTON, G.; ADAMS, R. ANSON, J. a LIU, Y. *Assessing proprioception: A critical review of methods*. Online. *Journal of Sport and Health*

Science. 2016, roč. 5, č. 1, s. 80-90. [cit. 2024-08-01] ISSN 20952546. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>

HENN, E. D.; SMITH, T.; AMBEGAONKAR, J. P. a WYON, M. *Low back pain and injury in ballet, modern, and hip-hop dancers: a systematic review*. Online. International Journal of Sports Physical Therapy. 2020, roč. 15, č. 5, s. 671-687. [cit. 2024-08-01] ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/ijsp20200671>

HORAK, F. B. *Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?* Online. Age and Ageing. 2006, roč. 35, č. suppl_2, s. ii7-ii11. [cit. 2024-08-01] ISSN 1468-2834. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>

HORAK, F.B; WRISLEY, D. M. a FRANK, J. *The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits*. Online. Physical Therapy. 2009, roč. 89, č. 5, s. 484-498. [cit. 2024-08-01] ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://doi.org/10.2522/ptj.20080071>

CHO, Ch. H.; SONG, K.S.; MIN, B. W.; LEE, S. M.; CHANG, H. W. et al. *Musculoskeletal injuries in break-dancers*. Online. Injury. 2009, roč. 40, č. 11, s. 1207-1211. [cit. 2024-08-01] ISSN 00201383. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2009.05.019>

JANDA, V. a VÁVROVÁ M., 1992. *Senzomotorická stimulace. Základy metodiky proprioceptivního cvičení*. Rehabilitácia [online]. 1992(3), 14-34 [cit. 2024-08-01]. ISSN 0375-0922. Dostupné z: <https://www.medvik.cz/bmc/view.do?gid=357022>

JUBB, C., BELL, L.; CIMELLI, S. a WOLMAN, R. *Injury Patterns in Hip Hop Dancers*. Online. Journal of Dance Medicine & Science. 2019, roč. 23, č. 4, s. 145-149. [cit. 2024-08-01] ISSN 1089-313X. Dostupné z: <https://doi.org/10.12678/1089-313X.23.4.145>

KADEL, N. J. *Foot and Ankle Injuries in Dance*. Online. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. 2006, roč. 17, č. 4, s. 813-826. [cit. 2024-08-01] ISSN 10479651. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2006.06.006>

KALAYCIOGLU, T, APOSTOLOPOULOS, A.C. GOLDERE S., DUGER T a BALTACI G., 2020. *Effect of a Core Stabilization Training Program on Performance of Ballet and Modern Dancers*. Journal of Strength and Conditioning Research [online]. 34(4), 1166-1175 [cit. 2024-08-01]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: [doi:10.1519/JSC.0000000000002916](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002916)

KAWALIK, T, 2022. *Unlock it: tracing the history and cultural significance of street dance* [online]. [cit. 2024-08-01]. Dostupné z: <https://www.redbull.com/ng-en/history-of-street-dance>

KIM, S.D., ALLEN, N.E., CANNING C. a FUNG V., 2013. *Postural Instability in Patients with Parkinson's Disease*. *CNS Drugs* [online]. 27(2), 97-112 [cit. 2024-08-01]. ISSN 1172-7047. Dostupné z: doi:10.1007/s40263-012-0012-3

KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi*. Druhé vydání. Praha: Galén, [2020]. ISBN 978-80-7492-500-9

KRUUSAMÄE, H.; MAASALU, K.; WYON, M.; JÜRIMÄE, T.; MÄESTU, J. et al. *Spinal posture in different DanceSport dance styles compared with track and field athletes*. Online. *Medicina*. 2015, roč. 51, č. 5, s. 307-311. [cit. 2024-08-01] ISSN 1010660X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.medic.2015.08.003>

LEANDERSON, J., ERIKSSON, E., NILSSON, Ch. a WYKMAN A. *Proprioception in Classical Ballet Dancers*. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2023, 24(3), 370-374 [cit. 2024-08-01]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354659602400320

LI, F., ADRIEN, N. a HE, Y. *Biomechanical Risks Associated with Foot and Ankle Injuries in Ballet Dancers: A Systematic Review*. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, roč. 19, č. 8. [cit. 2024-08-01] ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph19084916>

LI, J. X., XU, D. Q. a HOSHIZAKI, B. *Proprioception of Foot and Ankle Complex in Young Regular Practitioners of Ice Hockey, Ballet Dancing and Running*. Online. *Research in Sports Medicine*. 2009, roč. 17, č. 4, s. 205-216 [cit. 2024-08-01] ISSN 1543-8627. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15438620903324353>

MANCINI, M. a HORAK F.B., 2010. *The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits*. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 46(2), 239–248. [cit. 2024-08-01] ISSN 1973-9095.

MARTÍNEZ-AMAT, A.; HITA-CONTRERAS, F.; LOMAS-VEGA, R.; CABALLERO-MARTÍNEZ, I., ALVAREZ, P.J. et al. *Effects of 12-Week Proprioception Training Program on Postural Stability, Gait, and Balance in Older Adults*. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013, roč. 27, č. 8, s. 2180-2188 [cit. 2024-08-01]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827da35f>

MARTINKOVIČ, L., 2020. *Anatomie a fyziologie vestibulárního systému*. *Umění fyzioterapie*. 2020(10). ISSN 2464-6784

MARTIN-SANZ, E., ORTEGA CRESPO, I., ESTEBAN-SANCHEZ, J. a SANZ, R., 2017. *Postural stability in a population of dancers, healthy non-dancers, and vestibular neuritis patients*. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. 2017-09-02, 137(9), 952-956 [cit. 2024-08-01]. ISSN 0001-6489. Dostupné z: doi:10.1080/00016489.2017.1322711

MĚKOTA, K. a NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-x

METTLER, A., CHINN L., SALIBA, S., MCKEON, P. a HERTEL, J. 2015. *Balance Training and Center-of-Pressure Location in Participants With Chronic Ankle Instability*. *Journal of Athletic Training* [online]. **50**(4), 343–349. [cit. 2024-08-01] ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-49.3.94

MIURA, A.; FUJII, S.; OKANO, M.; KUDO, K. a NAKAZAWA, K. *Finger-to-Beat Coordination Skill of Non-dancers, Street Dancers, and the World Champion of a Street-Dance Competition*. Online. *Frontiers in Psychology*. 2016, roč. 7. [cit. 2024-08-01] ISSN 1664-1078. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00542>.

MOSER-KINDLER, F., 2023. *All you need to know about street dance* [online]. [cit. 2024-08-01]. Dostupné z: <https://www.redbull.com/ng-en/street-dance-all-you-need-to-know-guide>

MOTTA-VALENCIA, K. *Dance-Related Injury*. Online. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2006, roč. 17, č. 3, s. 697-723. [cit. 2024-08-01] ISSN 10479651. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2006.06.001>

NEZNÁMÝ, 2020. *Pokyny k instalaci a uživatelská příručka systému footscan®. rs scan*.

NIGMATULLINA, Y.; HELLYER, P. J.; NACHEV, P.; SHARP, D. J. a SEEMUNGAL, B. M. *The Neuroanatomical Correlates of Training-Related Perceptuo-Reflex Uncoupling in Dancers*. Online. *Cerebral Cortex*. 2015, roč. 25, č. 2, s. 554-562 [cit. 2024-08-01] ISSN 1047-3211. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/cercor/bht266>

OJOFEITIMI, S.; BRONNER, S. a WOO, H. *Injury incidence in hip hop dance*. Online. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2012, roč. 22, č. 3, s. 347-355. [cit. 2024-08-01] ISSN 0905-7188. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01173.x>

PICOT, B., HARDY, A., TERRIER, R., TASSIGNON, B. LOPES, R. a FOURCHET, F. *Which Functional Tests and Self-Reported Questionnaires Can Help Clinicians Make Valid Return to Sport Decisions in Patients With Chronic Ankle Instability? A Narrative Review and Expert Opinion*. *Frontiers in Sports and Active Living* [online]. [vid. 2024-04-04]. [cit. 2024-08-01] ISSN 2624-9367. Dostupné z: doi:10.3389/fspor.2022.902886

PIZZIGALLI, L.; MICHELETTI CREMASCO, M.; MULASSO, A. a RAINOLDI, A. *The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review*. Online. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2016,

roč. 20, č. 2, s. 409-417. [cit. 2024-08-01] ISSN 13608592. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.12.008>

RAMSAY, J. a RIDDOCH, M. J. *Position-matching in the upper limb: professional ballet dancers perform with outstanding accuracy*. Online. Clinical Rehabilitation. 2001, roč. 15, č. 3, s. 324-330. [cit. 2024-08-01] ISSN 0269-2155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1191/026921501666288152>

REIN, S, FABIAN, T., ZWIPP, H., RAMMELT, S. a WEINDEL, S. *Postural control and functional ankle stability in professional and amateur dancers*. Clinical Neurophysiology [online]. 2011. 122(8), 1602-1610 [cit. 2024-08-01]. ISSN 13882457. Dostupné z: [doi:10.1016/j.clinph.2011.01.004](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.01.004)

RIEMANN, B. L. a LEPHART, S. M. *The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability*. Journal of Athletic Training. 2002.37(1), 80–84. [cit. 2024-08-01]. ISSN 1062-6050.

RINONAPOLI, G.; GRAZIANI, M.; CECCARINI, P.; RAZZANO, C. MANFREDA, F. et al. *Epidemiology of injuries connected with dance: a critical review on epidemiology*. Online. Medicinski Glasnik. 2020, roč. 17, č. 2, s. 256-264. [cit. 2024-08-01] ISSN 1840-0132. Dostupné z: <https://doi.org/10.17392/1201-20>.

ROSS, S. E. a GUSKIEWICZ, K. M. *Examination of Static and Dynamic Postural Stability in Individuals With Functionally Stable and Unstable Ankles*: Clinical Journal of Sport Medicine [online]. 2004. 14(6), 332–338. [cit. 2024-08-01] ISSN 1050-642X. Dostupné z: [doi:10.1097/00042752-200411000-00002](https://doi.org/10.1097/00042752-200411000-00002)

SIMMONS, R. W. *Sensory Organization Determinants of Postural Stability in Trained Ballet Dancers*. Online. International Journal of Neuroscience. 2009, roč. 115, č. 1, s. 87-97. [cit. 2024-08-01] ISSN 0020-7454. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/00207450490512678>

SHEN, Y., ZHAO Q., HUANG, Y., LIU, G. a FANG, L. *Promotion of Street-Dance Training on the Executive Function in Preschool Children*. Frontiers in Psychology [online]. 2020, 11 [cit. 2024-08-01]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: [doi:10.3389/fpsyg.2020.585598](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.585598)

TEKIN, D, AGOPYAN, A. a BALTACI, G. *Balance Training in Modern Dancers: Proprioceptive-Neuromuscular Training vs Kinesio Taping*. Medical Problems of Performing Artists [online]. 2018, 33(3), 156–165. [cit. 2024-08-01] ISSN 0885-1158. Dostupné z: [doi:10.21091/mppa.2018.3022](https://doi.org/10.21091/mppa.2018.3022)

STEINBERG, N.; ADAMS, R.; TIROSH, O.; KARIN, J. a WADDINGTON, G. *Effects of Textured Balance Board Training in Adolescent Ballet Dancers With Ankle Pathology*. Online. Journal of Sport Rehabilitation. 2019, roč. 28, č. 6, s. 584-592. [cit. 2024-08-01] ISSN 1056-6716. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0052>

TJUKOV, O.; ENGEROFF, T.; VOGT, L., BANZER, W. a NIEDERER, D. *Injury Profile of Hip-Hop Dancers*. Online. Journal of Dance Medicine & Science. 2020, roč. 24, č. 2, s. 66-72. [cit. 2024-08-01] ISSN 1089-313X. Dostupné z: <https://doi.org/10.12678/1089-313X.24.2.66>.

URŠEJ, E. a ZALETEL, P. *Injury Occurrence in Modern and Hip-Hop Dancers: A Systematic Literature Review*. Online. Slovenian Journal of Public Health. 2020, roč. 59, č. 3, s. 195-201. [cit. 2024-08-01] ISSN 1854-2476. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/sjph-2020-0025>.

VAŘEKA, I., 2002a. *Posturální stabilita, část I. Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002(4), 115-121. ISSN 1805-4552.

VAŘEKA, I., 2002b. *Posturální stabilita, část II. Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002(4), 115-121. ISSN 1805-4552.

VAŘEKA, I. a VAŘEKOVÁ, R. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2432-3

VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum, 1995. ISBN 80-7184-100-5

VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9

VENGESAYI, K., 2019. *Museum of Pop Culture. On Hip-Hop History of the Battle*[online]. [cit. 2024-08-01]. Dostupné z: <https://www.mopop.org/about-mopop/the-mopop-blog/posts/2019/november/on-hip-hop-history-of-the-battle/>

VISSER, J. E.; CARPENTER, M. G.; VAN DER KOOIJ, H. a BLOEM, B.R. *The clinical utility of posturography*. Online. Clinical Neurophysiology. 2008, roč. 119, č. 11, s. 2424-2436. ISSN 13882457. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2008.07.220>. [cit. 2024-08-01]

VUILLERME, N., PINSAULT, N. a VAILLANT, J.. *Postural control during quiet standing following cervical muscular fatigue: effects of changes in sensory inputs*. Online. Neuroscience Letters. 2005, roč. 378, č. 3, s. 135-139. [cit. 2024-08-01] ISSN 03043940. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.12.02>

WANKE, E. M.; GABRYS, L.; LESLIE-SPINKS, J.; OHLENDORF, D. a GRONEBERG, D. A. *Functional muscle asymmetries and laterality in Latin American formation dancers*. Online. Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation. 2018, roč. 31, č. 5, s. 931-938. [cit. 2024-08-01] ISSN 18786324. Dostupné z: <https://doi.org/10.3233/BMR-160633>

WANKE, E. M.; MÖRL-KREITSCHMANN, M.; HOLZGREVE, F.; GRONEBERG, D. a OHLENDORF, D. *Upper body posture in Latin American*

dancers: a quantitative cross-sectional study comparing different postures. Online. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation. 2023, roč. 15, č. 1. ISSN 2052-1847 [cit. 2024-08-01]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00672-w>

WINTER, D. *Human balance and posture control during standing and walking.* Online. Gait & Posture. 1995, roč. 3, č. 4, s. 193-214. [cit. 2024-08-01] ISSN 09666362. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)

WU, K. a LEE, G. 2015. *Influences of monocular and binocular vision on postural stability.* Journal of Vestibular Research [online]. 2015-03-01, 25(1), 15-21 [cit. 2024-08-01]. ISSN 18786464. Dostupné z: [doi:10.3233/VES-150540](https://doi.org/10.3233/VES-150540)

XU, Ch., WEN, X., HUANG, L., SHANG, L., CHENG, X., YAN, Y. a LEI, W. 2017. *Normal foot loading parameters and repeatability of the Footscan® platform system.* Journal of Foot and Ankle Research [online]. 10, 30. [cit. 2024-08-01] ISSN 1757-1146. Dostupné z: [doi:10.1186/s13047-017-0209-2](https://doi.org/10.1186/s13047-017-0209-2)

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Tabulka 1: Charakteristika souboru

Tabulka 2: Výsledky statistického hodnocení váhového rozložení

Tabulka 3: Hodnoty TTW pro USOO

Tabulka 4: Výsledky statistického hodnocení TTW pro USOO

Tabulka 5: Hodnoty TTW pro USZO

Tabulka 6: Výsledky statistického hodnocení TTW pro USZO

Tabulka 7: Hodnoty TTW pro POO a LOO

Tabulka 8: Výsledky statistického hodnocení TTW pro POO a LOO

Tabulka 9: Hodnoty TTW pro PZO a LZO

Tabulka 10: Výsledky statistického hodnocení TTW pro PZO a LZO

Tabulka 11: Hodnoty měření TSLHT a jejich rozdíly

Tabulka 12: Výsledky statistického hodnocení TSLHT

Tabulka 13: Průměrné hodnoty měření SLST a jejich rozdíly

Tabulka 14: Výsledky statistického hodnocení SLST

Tabulka 15: Průměrné hodnoty měření JT a jejich rozdíly

Tabulka 16: Výsledky statistického hodnocení JT

Graf 1: Váhové zatížení levé dolní končetiny

Graf 2: Váhové zatížení pravé dolní končetiny

Graf 3: Hodnoty TTW pro USOO

Graf 4: Hodnoty TTW pro USZO

Graf 5: Rozdíl výstupního a vstupního měření TTW pro POO a LOO

Graf 6: Rozdíl výstupního a vstupního měření TTW pro PZO a LZO

Graf 7: Rozdíl výstupního a vstupního měření
u TSLHT

Graf 8: Rozdíl vstupního a výstupního měření
SLST

Graf 9: Hodnoty vstupního a výstupního měření JT

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Informovaný souhlas

Příloha 2: Terapeutický program (přehled cviků)

Příloha 1: Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Já, níže podepsaný, dávám souhlas k účasti ve studii s názvem:

Vliv metodiky senzomotorické stimulace na posturální stabilitu tanečníků street dance: nerandomizovaná intervenční studie

Byl (a) jsem podrobně informován (a) o cílu studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Řešitel studie mi vysvětlil očekávané přínosy a případná rizika, která by se mohla vyskytnout během mé účasti ve studii a vysvětlil mi, jak bude postupovat při výskytu jejího nežádoucího průběhu.

Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností a účastí studie není žádné finanční ohodnocení. Pokud je studie randomizovaná, беру на vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se terapeutickým postupem. Souhlasím, že budu s výzkumnými pracovníky spolupracovat a budu je ihned informovat, pokud se objeví změny mého zdravotního stavu nebo nečekané či neobvyklé projevy.

Porozuměl (a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná. Beru na vědomí, že informace v mé zdravotnické dokumentaci jsou významné pro vyhodnocení výsledků studie. Souhlasím s využitím těchto informací s vědomím, že bude zachována důvěrnost těchto informací.

Jméno a příjmení účastníka:

Podpis účastníka:

V Praze dne:

Koordinátor studie:

Já, níže podepsaný (výzkumní pracovník), tímto prohlašuji, že jsem dle mého nejlepšího vědomí vysvětlil/a cíle, postupy, výhody a rovněž také rizika a diskomfort vyplývající z této studie účastníkovi této studie.

Účastník poskytl svůj informovaný souhlas k účasti ve studii. Kopie informovaného souhlasu bude dobrovolníkovi poskytnuta.

Jméno a příjmení výzkumného pracovníka: Barbora Melničuková

Podpis výzkumného pracovníka:

V Praze dne:

Příloha 2: Terapeutický program (přehled cviků)

Zdroj: vlastní archiv

TERAPEUTICKÝ PROGRAM

Příprava před cvičením

1. Stimulace plosky nohy

Provádíme v sedě v zatížení. Dáme si míček (masážního ježka) pod chodidlo a masírujeme chodidlo alespoň 30 sekund v různých směrech.



2. Uvolnění příčné klenby nohy

V sedě uchopíme prsty nohu za nárt a pomocí tlaku palci protahujeme nohu do oblouku. Držíme alespoň 15 sekund.



3. Uvolnění podélné klenby

V sedě uchopíme jednou rukou naši nohu a druhou rukou pomocí palce postupně masírujeme podél dvou oblouků podélné klenby. To znamená od palce směrem k patě a od malíku směrem k patě. Na každém místě držíme 5-10 sekund.



4.Kroužky v kotníku a zánártí

V sedě uchopíme nohu a propleteme prsty ruky a nohy a provádíme kroužky nejdříve v kotníku. Poté zafixujeme pevně kotník a provádíme kroužky v zánártí. V každém místě provedeme na každou stranu 10x.



Cvičení na základě metodiky senzomotorické stimulace

Jako první jsou uvedeny jednotlivé polohy a cviky. Za vysvětlením následuje sestavený cvičební plán s případnými modifikovanými verzemi cviků.

Malá noha

Pokud nám tento cvik zpočátku nejde provést, provádíme ho místo vstoje vsedě. Snažíme se o zkrácení a zúžení chodidla v obou osách-příčné i podélné. Dojde tak ke zvýšení příčné i podélné klenby. Důležité je dbát na udržení relaxovaných prstů, nezdvihat palce od podložky a vyvarování se inverze nohy (zvedání vnitřní hrany chodidla).

Toto nastavení zapojíme do korigovaného stoje a držíme ho při provádění následujících cviků.



Korigovaný stoj

Všechny uvedené cviky jsou prováděny v takzvaném **korigovaném stoji**. Ten vypadá následujícím způsobem:

- Chodidla máme umístěné na šířku kyčlí, špičky směřují přímo vpřed. Máme na nich utvořenou „malou nohu“.
- Kolena jsou lehce pokrčená, stehna vytočená nad zevní hranu chodidel. Aktivujeme hýždě.
- Ramena jsou stažena dolů. Hlavu držíme vzpřímenou.
- Celé tělo je vytaženo směrem ke stropu a celé lehce nakloněno směrem vpřed (těžiště je lehce vpřed, paty zůstávají na zemi).

V rámci plánu budeme přidávat k této pozici pohyby hlavou, podřep...



Korigovaný stoj na jedné končetině

Provedeme malou nohu na jedné z dolních končetin, následně na ni přeneseme váhu. Tuto končetinu lehce pokrčíme v koleni. Druhou končetinu lehce ohneme v kyčli (do cca 20 stupňů) a v koleni do 90 stupňů (zvednuté koleno je před osou tělo a chodidlo za osou). Korigovanou polohu se snažíme udržet po dobu 5-10 sekund.

Přední půlkrok

Vykročíme jednou nohou, těžiště se nachází mezi oběma chodidly. Zformujeme malou nohu a dbáme na udržení korigovaného stoje. Přeneseme váhu na vykročenou končetinu, pokrčíme ji a vytlačujeme se od chodidla vpřed a vzhůru. Držíme zpevněné hýždě. Při postupném posunu těžiště dochází ke zvednutí paty zadní dolní končetiny. Trup je v prodloužení se zadní dolní končetinou. V rámci tohoto cviku budeme provádět i různé variace.



Zadní půlkrok

Vykročíme jednou končetinou vzad, těžiště se nachází mezi oběma chodidly. Zformujeme malou nohu a dbáme na udržení korigovaného stoje. Přeneseme váhu na vykročenou končetinu, pokrčíme ji a vytlačujeme se od chodidla vpřed a vzhůru. Snažíme se o přiblížení pravé hýždě směrem k pravé patě.

Výpad

Výchozí polohou je opět korigovaný stoj. Pomalu se nakláníme až přepadneme vpřed na jednu z končetin. V konečné poloze je celé tělo nakloněné dopředu, koleno je v 90stupňovém ohnutí a trup je v prodloužení zadní končetiny. U zadní končetiny máme nadzvednutou patu.

CVIČEBNÍ JEDNOTKA: 5x týdně

TÝDEN 1

Uvolnění + stimulace nohy (viz výše)

Výdrž v nastavení 5-10 sekund, provedení každého cviku min. 10x

Nácvik korigovaného stoje (zaměření na malou nohu)

Nácvik korigovaného stoje se zavřenýma očima

Nácvik korigovaného stoje na jedné dolní končetině

Půlkrok vpřed

Půlkrok vzad

První tři cvičební jednotky bez balanční podložky, poté až do konce programu s podložkou

TÝDEN 2-na labilní ploše

Uvolnění + stimulace nohy (viz výše)

Výdrž v nastavení 5-10 sekund, provedení každého cviku min. 10x

Totožné jako TÝDEN 1 plus:

Nácvik korigovaného stoje s rotací hlavy (5x rotace do každé strany)

Nácvik korigovaného stoje s podřepy

TÝDEN 3-na labilní ploše

Uvolnění + stimulace nohy (viz výše)

Výdrž v nastavení 5-10 sekund, provedení každého cviku min. 10x

Totožné jako TÝDEN 2 s těmito změnami:

Plus nácvik korigovaného stoje na jedné končetině dolní končetině s rotací hlavy (5x rotace do každé strany)

Bez nácviku půlkroků, místo nich nácvik výpadů.

TÝDEN 4-na labilní ploše

Uvolnění + stimulace nohy (viz výše)

Výdrž v nastavení 5-10 sekund, provedení každého cviku min. 10x

Totožné jako TÝDEN 3